

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra informatiky

**Vytvoření modelu vybraných prostor
budovy FEI VŠB-TU Ostrava pro
potřeby simulačních programů**

**Creating a 3D Model of Selected Areas
of the Building FEI VSB-TU Ostrava
for the Needs of Simulation Software**

Zadání bakalářské práce

Student:

Martin Matis

Studijní program:

B2647 Informační a komunikační technologie

Studijní obor:

2612R059 Mobilní technologie

Téma:

Vytvoření modelu vybraných prostor budovy FEI VŠB-TU Ostrava pro
potřeby simulačních programů
Creating a 3D Model of Selected Areas of the Building FEI VSB-TU
Ostrava for the Needs of Simulation Software

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je nastudovat a popsat prostředí, funkce a možnosti nástroje Wireless Insite Pro a I-prop.
Praktickou částí práce je vytvoření modelu vybraných prostor budovy FEI a manuálu pro implementaci do
softvéru Wireless Insite Pro a I-prop.

Vypracovaná práce bude splňovat následující body zadání:

1. Stručný popis programu Wireless Insite Pro a I-prop.
2. Vytvoření ukázkového modelu vybraných prostor budovy FEI pro potřeby programů Wireless Insite Pro a I-prop.
3. Vytvořit názornou příručku popisující implementaci plánů budovy do prostředí sw nástrojů Wireless Insite Pro a I-prop.

Seznam doporučené odborné literatury:

Literatura dle doporučení vedoucího práce.


Příručka programu Wireless Insite Pro a I-prop.

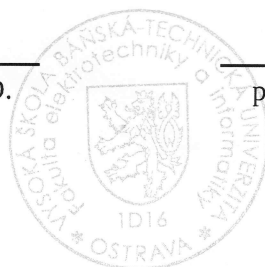
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Marek Dvorský, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2016

Datum odevzdání: 28.04.2017


doc. Ing. Miroslav Vozňák, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 *Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských programech VŠB-TU Ostrava*.

V Ostravě 21. dubna 2017

.....
Mikulaj

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě 21. dubna 2017

.....
Mikulaj

Rád bych poděkoval Ing. Marku Dvorskému, Ph.D. za odbornou pomoc a konzultaci, při vytváření této bakalářské práce.

Abstrakt

Cílem bakalářské práce s názvem "Vytvoření ukázkového modelu vybraných prostor budovy FEI (Fakulta elektrotechniky a informatiky) VŠB-TUO (Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava) Ostrava pro potřeby simulačních programů a stručný popis programů WirelessInSite Pro a I-Prop", je vytvoření ukázkového modelu vybraných prostor budovy FEI v programech WirelessInSite Pro a I-Prop. Na závěr vytvoření názorného manuálu, popisujícího implementaci plánu z jiných formátů do softwarových nástrojů WirelessInSite Pro a I-Prop. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část obsahuje stručný popis programu WirelessInSite Pro a I-Prop. V praktické části bude vytvoření modelu vybraných prostor budovy FEI v programech WirelessInSite Pro a I-Prop a také manuál popisující implementaci plánu z jiných formátů do těchto dvou softwarových nástrojů.

Klíčová slova: Model, predikce, program, simulace, simulační

Abstract

The aim of this bachelor's work with title "Creating a 3D Model of Selected Areas of the Building FEI VSB-TU Ostrava for the needs of Simulation Software and brief description of Wireless InSite Pro and I-Prop" is, to create an exemplary model of selected areas of the FEI building in Wireless InSite Pro and I-Prop. In conclusion, creating a visualized manual describing implementation of plan from different formats to software tools Wireless InSite and I-Prop. This work has 2 parts – theoretical and practical. Theoretical part will contain brief description of programs Wireless InSite and I-Prop. Practical part will contain procedure of model creation of selected areas of the FEI building in programs Wireless InSite and I-Prop and manual describing implementation of plan from different formats to these two software tools.

Keywords: Implementation, model, simulation , showcase

Seznam použitých zkratk a symbolů

AP	– Přístupový bod
Collada	– COLLABorative Design Activity
d	– Jednotka vzdálenosti (m)
DECT	– Digital Enhanced Cordless
DEM	– Digital Elevation Model
DTED	– Digital Terrain Elevation dat
DTS	– Spatial Data Transfer Standard
FEI	– Fakulta elektrotechniky a informatiky
FSL	– Ztráty volným prostorem(dB)
GP	– Zisk antény(dBi)
GPS	– Global Positioning System
I	– Je počet příček
k	– Počet podlaží
KMZ	– Keyhole Markup Language
L	– Ztráty šířením(dB)
Lwi	– Činitel útlumu(dB)
n	– Hodnota spádového koeficientu
NGA	– National Geospatial-Intelligence Agency
Pp	– Je přijatý výkon(dBm)
Pv	– Výkon na vstupu vysílací antény
RF	– Radio-frequency
STL	– Standard Triangulation Language
TIFF	– Tag Image File Format
VŠB-TUO	– Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava
wi	– Počet příček typu i
WLAN	– Wireless Local Area Network
λ	– Vlnová délka(m)

Obsah

1	Modely šíření elektromagnetické vlny	7
1.1	FreeSpace	7
1.2	One-slope model	8
1.3	Multi-Wall model	9
1.4	Hata model	10
1.5	COST-Hata mode	11
1.6	Walfisch-Ikegami model	11
1.7	WallCount	12
1.8	OPNETPathAttenuationRoutine	12
2	Popis programu I-Prop	14
2.1	Uživatelské prostředí	14
2.2	Práce s projektem	16
2.3	Pracovní režimy	17
2.4	Použití empirických modelů v programu I-Prop	18
3	Popis programu Wireless InSite Pro	20
3.1	Podporované terénní formáty	20
3.1.1	Digital TerrainElevation Model	20
3.1.2	Digital Elevation Model	20
3.1.3	Spatial Data Transfer Standard	21
3.1.4	TIFF	21
3.1.5	BigTiff	21
3.1.6	GeoTiff	21
3.2	Podporované formáty pro pro městské struktury, půdorysy a objekty	21
3.2.1	COLLADA	21
3.2.2	KMZ	21
3.2.3	SAT	22
3.2.4	shapefile	22
3.2.5	STL	22
3.2.6	DXF	22
4	Vytvoření modelů prostor budovy FEI v simulačních programech I-Prop a Wireless	24
4.1	Vytvoření modelu v programu I-Prop	24
4.2	Vytvoření modelu v programu Wireless InSite	28
5	Import podlaží z formátů DXF do programu I-Prop a Wireless InSite	32
5.1	Import podlaží do programu I-Prop	32
5.2	Import podlaží do programu Wireless InSite	34
	Závěr	39

Literatura	40
Přílohy	41

Seznam obrázků

1.2	Predikce pomocí modelu One-slope [2]	8
1.1	Ukázka predikce FreeSpace modelu v programu WirelsssInSite [2]	8
1.3	Predikce pomocí modelu Multi-Wall mode [2]	9
1.4	Ukázka predikce Hata modelu v programu WirelessInSite [2]	10
1.5	Ukázka predikce Hata modelu v programu Wireless InSite [2]	11
1.6	Ukázka predikce COST Hata modelu v programu WirelessInSite [2]	11
1.7	Ukázka predikce Walfisch-Ikegami modelu v programu WirelsssInSite [2]	12
1.8	Ukázka predikce WallCount modelu v programu WirelsssInSite [2]	12
1.9	Ukázka OPNET modelu v programu WirelsssInSite [2]	13
2.1	Uživatelské prostředí programu I-Prop	14
2.2	Panel nástrojů programu I-Prop	16
2.3	Pracovní režimy programu I-Prop	17
4.1	Ukázka kanceláří na 3.patře (EA332–EA345) v budově FEI v programu AutoCAD	24
4.2	I-Prop nastavení podlaží	24
4.3	Editovat podlaží	25
4.4	Parametry modelu	26
4.5	I-Prop ukázka vývojového prostředí	26
4.6	Okno Info	27
4.7	Ukázkový model kanceláří na 3.patře (EA332–EA345) v programu I-Prop	27
4.8	Nový půdorys	28
4.9	Výška podlahy	28
4.10	Nová podlaha	28
4.11	Vybrat materiál	29
4.12	Editace profilu stěny	30
4.13	Šířka dveří	30
4.14	Editace profilu stěny	30
4.15	Model kanceláří na 3. patře (EA332–EA345) v budově FEI v programu Wireless InSite	31
5.1	Editace podlaží	32
5.2	DXF Import	33
5.3	Část laboratoří na 2.patře (POREB204–POREB213) v budově FEI před importem v programu AutoCAD	34
5.4	Importované plány laboratoří (POREB204–POREB213) ve 2.patře v budově FEI v programu I-Prop	34
5.5	Vlastnosti importu	35
5.6	Výběr plánu podlaží	35
5.7	Import dat DXF	35
5.8	Jednotky měření	36
5.9	Úprava vrstev DXF	36
5.10	Úprava vrstev DXF	37
5.11	Plány 3. podlaží budovy FEI v programu AutoCAD	38

SEZNAM OBRÁZKŮ

5.12 Importované plány 3. podlaží budovy FEI do programu Wireless InSite . .	38
5.13 Vlastnosti Importu	42
5.14 DXF import nastavení	43
5.15 Kalibrování půdorysu	44
5.16 Nastavení vzdálenosti	44
5.17 Vlastnosti importu	45
5.18 Jednotky měření	45
5.19 Úprava vrstev DXF	46
5.20 Úprava vrstev DXF	46
5.21 Ukázka kanceláří na 3.patře (EA332–EA345) v budově FEI v programu AutoCAD	47
5.22 Model kanceláří na 3. patře (EA332–EA345) v budově FEI v programu Wireless InSite	48
5.23 Ukázkový model kanceláří (EA332–EA345) na 3. patře budovy FEI v pro- gramu I-Prop	49
5.24 Část laboratoří na 2. patře(POREB204–POREB213) v budově FEI před im- portem v programu AutoCAD	50
5.25 Importované plány laboratoří (POREB204–POREB213) ve 2.patře v bodově FEI v programu I-Prop	51
5.26 Plány 3. podlaží budovy FEI v programu AutoCAD	52
5.27 Importované plány 3. podlaží budovy FEI do programu Wireless InSite . .	53

Seznam tabulek

1.1	Útlum interiéru pro jednotlivé prostředí	9
1.2	Tabulka 1.2: Průměrné ztráty signálu způsobené průchodem přes daný materiál [2]	10

Úvod

Tématem této bakalářské práce je seznámení s prostředím a funkcemi simulačních programů I-Prop a Wireless Insite Pro a vytvoření ukázkových modelů podlaží, na závěr vytvoření manuálu, popisujícího implementaci plánu ve formátu DXF do těchto simulačních programů. Tyto dva programy jsem se rozhodl popsat na základě práce s nimi v hodinách rádiových sítí I. Programy slouží k analýze bezdrátového signálu a 3D simulacím. Program Wireless Insite Pro slouží pro analýzu šíření rádiových signálů, vytváření sítí, čidel, 3D modelů a mnoha dalších aplikací. Dále pak poskytuje vyšší přesnost predikce šíření kanálových charakteristik v komplexu měst, uvnitř budov nebo na venkově. Program Wireless Insite poskytuje RF (Radio-frequency) inženýrovi s nástroji, pro návrh bezdrátových spojení, optimalizovat pokrytí signálem rádiového systému a efektivně posoudit klíčové kanály a signálové charakteristiky. Program I-Prop slouží pro plánování 3D bezdrátových systémů uvnitř vícepodlažních objektů. Obsahuje modely popisující šíření elektromagnetické vlny uvnitř budov, to umožňuje provádět různé typy analýz. Tato bakalářská práce je rozdělaná na dvě části teoretickou a praktickou. Cílem teoretické části je stručný popis programů Wireless Insite Pro a I-Prop, jejich využití. Praktickou částí této bakalářské práce je vytvoření ukázkového 3D modelu vybrané části budovy FEI pro potřeby programů I-Prop a Wireless Insite Pro. Na závěr vytvoření názorného manuálu, popisujícího implementaci plánů budovy do prostředí simulačních nástrojů Wireless Insite Pro a I-Prop, z formátů DXF a stručný popis funkcí těchto programů.

1 Modely šíření elektromagnetické vlny

Elektromagnetická vlna je ovlivněna zemským povrchem a odrazy od zemské kůry. Podle toho, v jaké části atmosféry se vlna šíří, rozlišujeme typy vln jako je troposférická, ionosférická, povrchová, prostorová. Umístěním vysílače a přijímače do budovy, bytu nebo místnosti, mluvíme o šíření signálu v pikobuňkách. Pak musíme uvážit všechny materiálové vlastnosti objektů v místnosti. Vzhledem k tomu, že v budovách nemusí být zaručena přímá viditelnost, uplatňuje se mnohacestné šíření signálu. Úroveň přijímaného signálu ovlivňují např. i otevřené nebo zavřené dveře a okna. Proto byly pro tyto predikce šíření vln vytvořeny modely pro simulační programy, které s těmito vlastnostmi umí pracovat. Více o šíření signálu v pikobuňkách a modelech šíření vln je popsáno níže. Prostorová vlna se využívá v mobilních technologiích, skládá se z přímé vlny (u které musí být zajištěna přímá viditelnost mezi přijímačem a vysílačem)

a odražených vln, které mezi sebou interferují v místě přijímače. Pokud se vlny šíří popsaným způsobem, jde o mnohacestné šíření vln. U prostorové vlny se používá frekvence od 30 [MHz] do 5 [GHz] [1]. Pokud by měl být v daném místě určený výkon přijatý z vysílače (uvazuje se stav impedančního přizpůsobení), byl by použit následující vztah [2]:

$$P_p = P_v \cdot G_v \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 [W], \quad (1.1)$$

kde P_p je výkon přijatý přijímací anténou, [dBm], P_v výkon na vstupu vysílací antény [dBm], G_v a G_p zisky antén [dBi], λ vlnová délka [m], d je vzdálenost v [m] od vysílací antény. Mnohem častěji se však používá vyjádření v decibelech [2]:

$$P_p = P_v + G_v + G_p - FSL(d) - L[W], \quad (1.2)$$

kde L jsou ztráty šířením (dB) v daném prostředí FSL [d] jsou ztráty volným prostorem v [dB] a jsou vyjádřeny vzorcem [2]:

$$FSL(d)_{dB} = 10 \log \left[\left(\frac{4\pi \cdot d}{\lambda} \right)^2 \right] [dB] \quad (1.3)$$

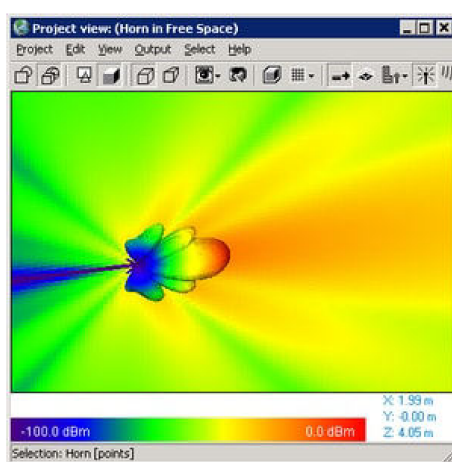
Pokud není šířící se signál utlumen terénem, překážkou popř. objektem, mluvíme o šíření signálu volným prostorem.

1.1 FreeSpace

Tento model předpokládá, že elektrické pole klesá o $r = 1$ s rostoucí vzdáleností ve všech směrech. Predikce elektrického pole zahrnuje efekt vysílací antény. Pro přijímače blokováné terénem, budovami a objekty tento model vrací ztráty, které jsou přes 250 [dB]. Ukázka predikce FreeSpace je zobrazena na obrázku 1.1.



Obrázek 1.2: Predikce pomocí modelu One-slope [2]



Obrázek 1.1: Ukázka predikce FreeSpace modelu v programu WirelsssInSite [2]

1.2 One-slope model

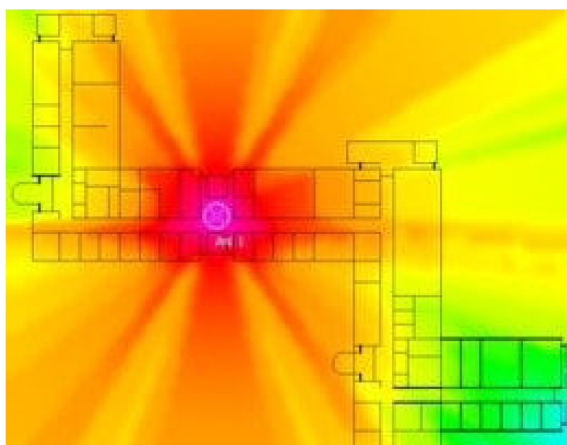
Jedná se o nejjednodušší model, pomocí něhož můžeme vypočítat ztráty šíření v piko-
buňkách. Používá se zejména kvůli jednoduchému a rychlému výpočtu. Hodnota ztrát
šířením je v tomto případě funkcí vzdálenosti a je dána vzorcem [2].

$$L[d] = L_1 + 10 \cdot n \cdot \log[d][dB], \quad (1.4)$$

kde $L[d]$ udává hodnotu ztrát šířením [dB], d je vzdálenost [m] mezi základovou stanicí.
Bodem pozorování je ($d > 1$ m), L_1 je referenční hodnota ztrát [dB] pro vzdálenost 1 [m],
 n je hodnota spádového koeficientu (path loss exponent), který udává strmost křivky.
Odchylka od skutečné hodnoty útlumu se pohybuje kolem 10 [dB] dle [2]. Predikce toho
režimu je na obrázku 1.2.

Tabulka 1.1: Útlum interiéru pro jednotlivé prostředí

Prostředí interiéru	$L1[dB]$
Průchod jedním podlažím	21, 9
Hustý interiér v jednom podlaží	33, 3
Průchod více podlažími	44, 9
Velmi rozsáhlé prostory	37, 5
Chodby	39, 2
Otevřené prostory	42, 7



Obrázek 1.3: Predikce pomocí modelu Multi-Wall mode [2]

1.3 Multi-Wall model

Dalším modelem, který simuluje šíření signálu v pikobuňkách je Multi-Wall. Ten na rozdíl od One-Slope modelu uvažuje rozložení interiéru. Odchylka od skutečné hodnoty útlumu se pohybuje kolem 5 [dB]. Výpočet celkového útlumu je sice pracnější, ale dosahuje přesnějších výsledků. Ztráty šířením lze vypočítat ze vztahu:

$$L(d) = 20 \log \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) + \sum_{i=0}^1 \cdot L_{wi} + k_f [dB], \quad (1.5)$$

kde L [d] vyjadřuje celkový útlum [dB], d vzdálenost [m], λ vlnová délka [m], w_i je počet příček typu i , které protíná spojnice vysílač-přijímač, L_{wi} činitel útlumu [dB] pro příčku typu i , f je počet podlaží, které protíná spojnice vysílač-přijímač, I je počet příček, L_f činitel útlumu [dB] pro průchod podlažím, b konstanta nelinearity útlumu průchodem skrz více podlaží. Predikce s použitím tohoto modelu je zobrazena na obrázku 1.3. Uvnitř budov rozlišujeme základní dělení typů příček na L_{w1} a L_{w2} . L_{w1} reprezentuje sádkartonové zdi, dřevotřísky a betonové zdi s tloušťkou menší než 10 [cm]. L_{w2} tvoří nosné stěny, betonové (cihlové) zdi tlustší než 10 [cm]. V Tab. 1.2 jsou uvedeny průměrné ztráty signálu, ke kterým dochází průchodem různými stavebními materiály objektů při daných

Modely šíření elektromagnetické vlny

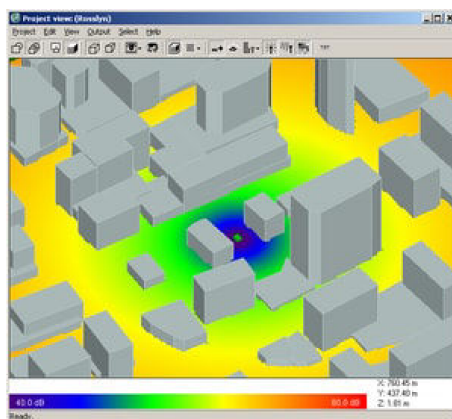
Tabulka 1.2: Tabulka 1.2: Průměrné ztráty signálu způsobené průchodem přes daný materiál [2]

Druh materiálu	Útlum [dB]	Frekvence [MHz]
budova pouze z kovu	26	815
hliníkový obklad budovy	20, 4	815
foliová izolace budovy	3, 9	815
betonová zeď	13	1300
kovové schody	5	1300
nosník 40,6 – 50,8 cm	8 – 10	1300
kovové regály 0,74 m	4 – 9	1300
prázdné lepenkové krabice	3 – 6	1300
stropní potrubí	1 – 8	1300
5 m regál plný kusy kovu	20	1300
regál s papírem	2 – 4	1300
0,6 m2 železobetonový pilíř	12 – 14	1300
překližka 1,9 cm (1 příčka)	1	9600
mokrý překližka 1,9 cm	19	9600

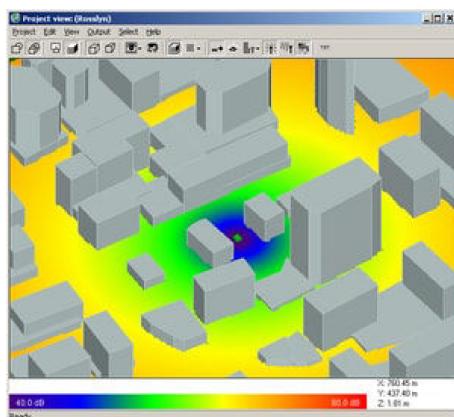
frekvencích. Nevýhodou tohoto modelu je, že nedokáže správně modelovat vlnovodný efekt.

1.4 Hata model

Jeden z nejstarších a nejpoužívanějších modelů šíření vln v zástavbě je založen na základním empirickém modelu a je určený pro městské makrobuňky. Byl odvozen z mnoha měření ve velkých městech. Často se také označuje jako COST 231 Hata Model. Ukázka predikce hata modelu je zobrazena na obrázku 1.5.



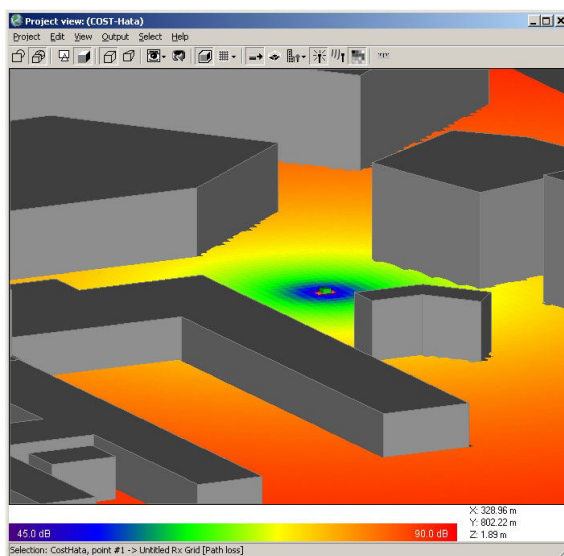
Obrázek 1.4: Ukázka predikce Hata modelu v programu WirelessInSite [2]



Obrázek 1.5: Ukázka predikce Hata modelu v programu Wireless InSite [2]

1.5 COST-Hata mode

Model Hata je empirický model, který je rozšířením modelu Hata na vyšších frekvencích (1500–2000 MHz). Tento model je určen pro městské a příměstské oblasti, velmi se podobá modelu Hata a má stejné limity. Ukázka predikce COST-Hata modelu je zobrazena na obrázku 1.6.



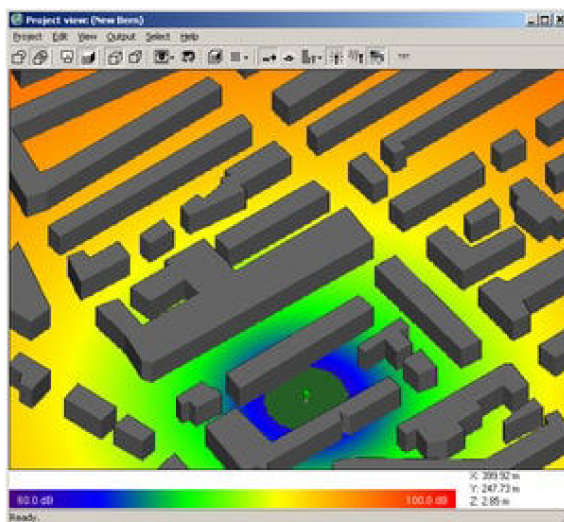
Obrázek 1.6: Ukázka predikce COST Hata modelu v programu WirelessInSite [2]

1.6 Walfisch-Ikegami model

Je to semi-empirický model, založený na principu šíření vlny v makrobuňce, aplikovaný na pravidelnou zástavbu. Je založen na difrakci elektromagnetických vln ve výškách

Modely šíření elektromagnetické vlny

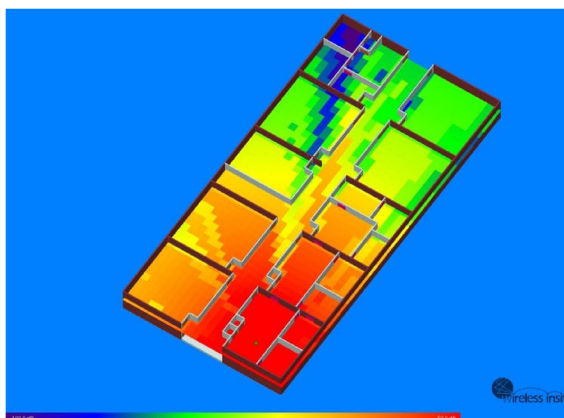
střech. Pro výpočet difrakce používá empirické přiblížení. Ukázka predikce Walfisch-Ikegami modelu je zobrazena na obrázku 1.7.



Obrázek 1.7: Ukázka predikce Walfisch-Ikegami modelu v programu WirelessInSite [2]

1.7 WallCount

Model Wall je metoda pro vnitřní výpočty. Přímé paprsky jsou konstruovány mezi vysílačem a přijímačem, každá stěna protínající tuto cestu přidává další 3 [dB] ztráty na útlum ve volném prostoru. Ukázka predikce WallCount modelu je zobrazena na obrázku 1.8.



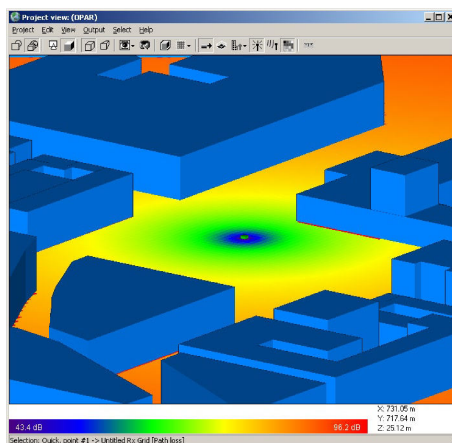
Obrázek 1.8: Ukázka predikce WallCount modelu v programu WirelessInSite [2]

1.8 OPNETPathAttenuationRoutine

Je deterministický algoritmus, který počítá s umístěním budov mezi vysílající a přijímací anténou v městském prostředí, aby dokázal předpovídat ztráty útlumu co nejpřesněji.

Modely šíření elektromagnetické vlny

Obsahuje nástroj pro vytváření scénáře, který umožňuje uživateli definovat i listy stromu. Ukázka predikce OPNETPathAttenuationRoutine je zobrazena na obrázku 1.9.



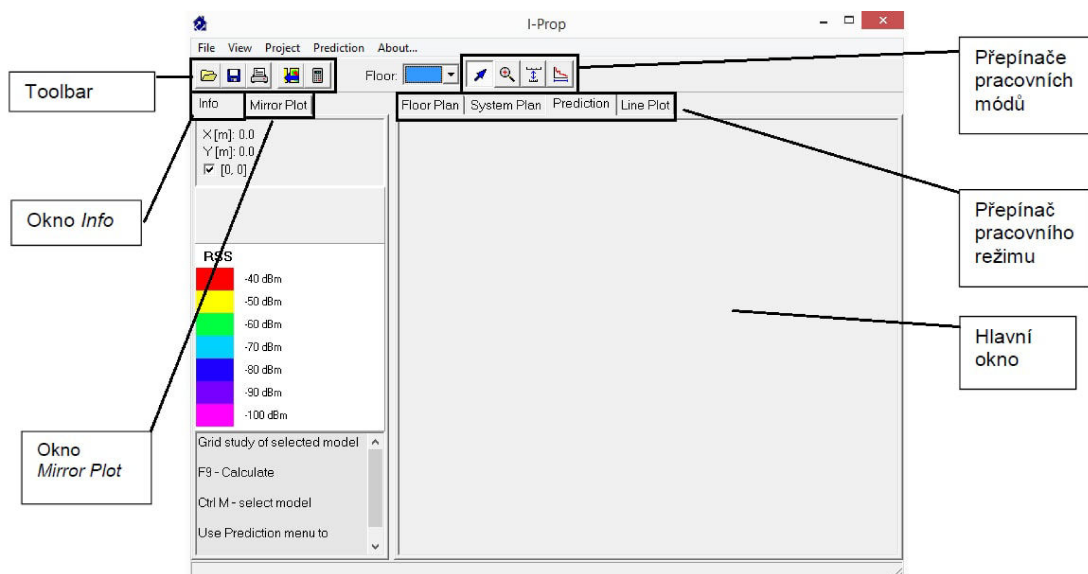
Obrázek 1.9: Ukázka OPNET modelu v programu WirelssInSite [2]

2 Popis programu I-Prop

Je to simulační program pro modelování pokrytí budov bezdrátovými systémy (DECT - Digital Enhanced Cordless Telecommunications, WLAN - Wireless Local Area Network). Jeho součástí jsou modely šíření signálu uvnitř vícepodlažních objektů, které umožňují pokrytí a návrh 3D pikobuňkových sítí. Pro návrh podkladů, k simulaci pokrytí budov, umožňuje snadnou editaci příček, stěn a prostupů. I-Prop rozlišuje 4 druhy stavebních materiálů (příček) a jejich útlumy. Také lze nastavit útlum pro podlahu a volný prostor. Po vložení (AP - Access point) lze nastavit výšku umístění, vysílací kanál a druh antény. Programu I-Prop využívá k predikci šíření signálu dva výše popsané modely One-Slope model nebo COST Multi-Wall model, který počítá s rozmístěním stěn. Jako výstup modelování je analýza pokrytí, úrovně signálu, nejsilnější stanice a frekvenční kanály. Program také dokáže simulovat úrovně signálu podél lomené cesty. I-Prop rozlišuje šířky materiálů, překážek a jejich útlum.

2.1 Uživatelské prostředí

Program je rozdělen do pěti pracovních režimů, v jejichž rámci je možné volit mezi pracovními módy. Společně se zvoleným režimem se mění i ovládací prvky programu, menu, toolbar, přepínače pracovních módů a informační obsah pracovních oken. Uživatelské prostředí programu I-Prop je zobrazeno na obrázku 2.1.



Obrázek 2.1: Uživatelské prostředí programu I-Prop

Rozdělení hlavního okna programu

Hlavní okno programu I-Prop můžeme rozdělit do tří hlavních částí.

- Levá část - volitelně okno Info nebo okno Mirror Plot.
- Pravá část - neboli hlavní okno, obsahuje ve své horní části přepínače pro pracovní režimy.
- Toolbar - obsahuje některé ovládací prvky z menu, mění se v závislosti na zvoleném pracovním režimu.

Okno Info

Okno Info přináší textové informace ke grafickému obsahu hlavního okna. Je rozděleno do čtyř částí, mění se v závislosti na pracovních režimech:

- Souřadnice kurzoru - hodnoty X a Y udávají okamžité souřadnice kurzoru
- Aktuální popis - popis aktuální informace
- Legenda - aktuální informace, které se liší podle pracovního režimu

Okno Mirror Plot

Zobrazuje grafický obsah hlavního okna. Obrázek v okně Mirror Plot zůstává ve stejném měřítku i po změně hlavního okna. Paralelně tak lze zobrazit a porovnávat různé grafické pohledy dle potřeby.

Menu

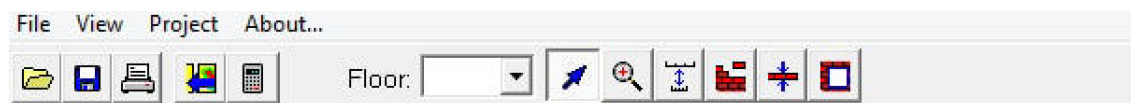
Menu je rozděleno do 4 základních částí a mění se v závislosti na zvoleném pracovním režimu.

- File - záložka nabízí např. tyto možnosti: otevření, uložení, tisk, ukončení programu
- View - zapínání a vypínání zobrazení: stěn, pomocné mřížky, podkladových bit map
- Project - spouštění dialogu: editbuilding , model parameters atd.
- About - informace o autorech a aktuální verzi programu

Panel nástrojů

Je lišta s tlačítky, která je umístěna pod Menu, mění se v závislosti na pracovních režimech. Lze ji rozdělit do tří skupin:

- Tlačítka menu
- Seznam všech pater budovy
- Tlačítka měnící se podle pracovního režimu



Obrázek 2.2: Panel nástrojů programu I-Prop

2.2 Práce s projektem

Všechny potřebné informace pro návrh 3D pikobuňkové sítě jsou uloženy a zpracovávány ve formě projektu. Projekt je tvořen čtyřmi soubory, které jsou ve stejném adresáři, mají stejný název a liší se jen příponou:

- .ipp - Hlavní soubor projektu
- .mp - Parametry modelů šíření a nastavení výpočtu predikce
- .bws - Popis plánů jednotlivých podlaží
- .dev - Databáze typů antén a základnových stanic

Pro další práci s projektem nabízí I-Prop možnosti:

Dialog Edit Building

Dialog slouží k základní editaci jednotlivých pater budovy a začíná jím vytváření každého nového projektu. Samotný dialog je rozdělen do několika sekcí:

- Building - floors - obsahuje seznam všech definovaných podlaží budovy
- Floor - jsou v něm zobrazeny parametry aktuálně vybraného patra v seznamu podlaží, které lze editovat. Potom obsahuje údaje o počtu definovaných stěn v daném podlaží a rozměry zobrazovaného výřezu
- Background Bitmap - cesta k souboru s podkladovou bitmapou

Dialog Model Parameters

Dialog pro nastavení parametrů a výpočty predikce. Základní karta Model obsahuje obecné parametry, ostatní karty přísluší konkrétnímu modelu šíření:

- Model - výběr modelu pro výpočet predikce šíření
- Multi-floor propagation - není-li zatrženo, neuvažuje se o šíření mezi podlažími
- Freq. Range - frekvenční rozsah platnosti parametrů modelu
- Coverage -Pmin - prahová hodnota výkonové úrovně v dBm
- Gridanalysis step - krok v metrech pro plošnou analýzu pokrytí
- Model Parameters - textové označení souboru parametrů modelu

Dialog Device List

Dialog pro přehledné zobrazení, editaci seznamu základnových stanic a jejich parametrů. Myší lze měnit šířky jednotlivých sloupců tabulky, přehazovat pořadí sloupců, měnit pořadí řádků a tím i index základnových stanic.

Dialog Antennas

Dialog pro zprávu databáze antén, která je uložena spolu se základnovými stanicemi v souboru projektu typu *.dev.

- Availableantennas - seznam všech antén v projektu
- Antennaparameters - parametry aktuálně vybrané antény ze seznamu

Dialog Scales

Dialog slouží k přizpůsobení barevných stupnic požadavkům uživatele:

- BS/Channel index - barevné označení indexu základnových stanic
- RSSI/Error - zobrazení stupnice výkonové úrovně v [dBm]

2.3 Pracovní režimy

V programu I-Prop lze jednoduše přepínat mezi jednotlivými pracovními režimy, které jsou podrobněji popsány níže.



Obrázek 2.3: Pracovní režimy programu I-Prop

Floor Plan

Tento pracovní režim programu I-Prop je určen k zobrazení a editaci plánu podlaží. Slouží k definici stěn, změně měřítká, lze v něm vytvářet ustupující podlaží, šachty atd. Graficky přidat nové stěny do plánu podlaží nebo je jednoduše editovat.

SystemPlan

Tento pracovní režim je určen k vytváření, zobrazení a editaci všech základnových stanic, použitých v projektu. Umožňuje nastavovat a graficky měnit pozice i vlastnosti (např. výkon, frekvenci) základových stanic.

Prediction

V tomto režimu jsou zobrazeny barevně i graficky analýzy pro všechna podlaží lze jednoduše přepínat mezi podlažími a editovat barevné stupnice. Spouštět výpočty pro analýzy a jednotlivá patra, barevně zobrazit indexy frekvenčního kanálu nebo základové stanice.

Line Plot

Je to režim určený pro vykreslení a porovnání analýz podél lomených cest. Umožňuje práci s grafem, je v něm možné provádět zoom nebo zobrazovat libovolný počet průběhů. Také umožňuje export všech průběhů v textovém formátu, který je vhodný pro další zpracování.

Measurement

Tento režim slouží k srovnávacím studiím výsledků predikce a měření. Srovnávat lze nejenom predikci s měřením, ale i výsledky predikce různých modelů.

2.4 Použití empirických modelů v programu I-Prop

Použité empirické modely programu I-Prop dokáží velmi efektivně a s velmi malými nároky na vstupní data predikovat pokrytí v interiérech, typicky s rozptylem do cca 10 dB.

OneSlope Model

Empirický model, který využívá program I-Prop. Model nepracuje s konkrétními stěnami plánu podlaží, nýbrž pouze s typem interiéru. Program obsahuje Environment, kde jsou přednastaveny typy interiéru. Je vhodný pro rychlou orientační analýzu pokrytí. Pro vizualizaci postačí jednoduchá bitmapa na pozadí, či náčrt struktury plánu podlaží pomocí stěn.

Typy definovaných interiéru v I-Prop:

Jednotlivé typy interiéru měníme tak, že v horním menu klikneme na **Projekt/Model parameters** na záložku One-Slope, kde jsou tyto modely zobrazeny. Potom vybereme v Default environment, jaký typ chceme použít po vybrání klikneme na tlačítko OK.

Office I. - silně tlumící interiér - kancelářská budova (tiskárny, nábytek, počítače atd.)

Office II. - středně tlumící interiér - obyčejná budova (nábytek, běžné množství elektroniky)

Commercial - slabě tlumící interiér (sklady, haly, prázdné místnosti)

Corridor - chodba bez větších překážek s přímou viditelností základnové stanice

L0 1 - referenční útlum v [dB] pro vzdálenost 1 [m]

n - index udávající rychlost poklesu úrovně signálu se vzdáleností

FAF 1 - (Floor AttenuationFactor) činitel útlumu v [dB] při průchodu signálu mezi sousedními podlažími (1 podlaha)

FAF 2 - činitel útlumu v [dB] pro průchod přes dvě podlaží (2x podlaha)

FAF m - násobný činitel útlumu v [dB] pro průchod jedním podlažím, který je použit pro výpočet průchodu signálu třemi a více podlažími podle vztahu $FAF = „FAF2” + (n - 2) „FAFm”$, kde n je počet podlaží mezi vysílačem a přijímačem ($n < 2$)

Default - environment - uživatelem nastavitelný typ interiéru (jeho index z tabulky) pro aktuální výpočet

Offset - aditivní přídavný útlum/zisk v [dB] - hodnota, která se přičte k výsledku predikce v každém bodě

Multi - Wall Model

Semi-empirický model, který vyžaduje definici jednotlivých stěn. Oproti empirickému modelu dokáže přesněji predikovat pokrytí i v místě členitých interiérů.

Lossofwalls - hodnota činitele útlumu v [dB] a textový popis čtyř základních typů stěn

Lossat1m - hodnota referenčního útlumu v dB pro vzdálenost 1 [m]

Propagation index - index pro útlum šířením („slope“)

Offset - aditivní přídavný útlum/zisk v [dB] - hodnota, která se přičte k výsledku predikce v každém bodě

Adjacent floor loss - „mezipodlažní “ útlum

Multi-floor param ‘b’ - konstanta nelinearity útlumu při šíření přes více pater

3 Popis programu Wireless InSite Pro

WirelessInSite Pro je simulační nástroj, určený k vytváření modelů terénů, domů, kanceláří nebo celých měst. Bere v potaz všechny výše uvedené vlastnosti šíření signálu. Tento simulační nástroj používá k predikci útlumu signálu modely jako One-slope, UTD-based, Hata model, COST-Hata model, Wall model, FreeSpace model a ONET model, které jsou popsány v kapitole 1. Dále v programu Wireless můžeme použít přednastavené antény nebo importovat vlastní vytvořené antény, které můžeme libovolně upravovat podle potřeb simulace. Program Wireless umožňuje efektivně upravit a zpracovat importované data z jiných podporovaných formátů, například terénní data, jako jsou DTED, DEM, Japanese DEM, SDTS DEM, ASCII Grid, TIFF/BigTIFF/ GeoTIFF, formáty jsou podrobněji popsány v kapitole 3.1. Dále data pro městské struktury, půdorysy a objekty (COLLADA, DXF, KMZ, SAT, shapefile, STL). WirelessInSite je schopný modelovat šíření signálu v celém městě. Poskytuje efektivní a přesné predikce šíření kanálových charakteristik v městských komplexech.

Program uživateli umožňuje umísťovat přijímače, vysílače a sledovat tak ztráty, způsobené okolními vlivy, třeba odrazy od střech a budov. Ve venkovních a smíšených prostředích, zajišťuje vysokou přesnost a možnosti práce v reálném čase. Program provádí výpočty, poté vyhodnocuje a graficky prezentuje charakteristiky šíření signálu. WirelessInSite umožňuje uživateli vytvářet složité modely měst a hustě zastavěných oblastí. Umožňuje simulovat umístění přijímače a vysílače antén pro jednotlivé bloky budov. Program umožňuje simulovat umístění antén v blízkosti úrovně ulice a tak uživatel může sledovat model šíření signálu a graficky vykreslit jejich následné ztráty pro jednotlivé budovy nebo celé bloky budov.

3.1 Podporované terénní formáty

3.1.1 Digital TerrainElevation Model

DTED (Digital TerrainElevation dat) je standard digitálních datových sad, který se skládá z matic hodnot, zahrnující výšky terénu. Tento standard byl vyvinut v roce 1970 na podporu letadel. Terénní vyvýšeniny jsou popisovány jako výška nad zemí Gravitační Model 1996 (EGM96) geoid. Formát DTED se používá pro analýzu a profilování terénu, pro 3D zviditelňování terénu, modelování. DTED je standardní NationalGeospatial-IntelligenceAgency (NGA) produkt, který poskytuje střední rozlišení, kvantitativní údaje v digitálním formátu pro systémové aplikace.

3.1.2 Digital Elevation Model

DEM - (Digital Elevation Model) je trojrozměrný digitální model terénu, souhrnně označované zkratkou DMT (digitální modely terénu) jsou výsledkem prostorového mapování lokality. Využití nacházejí především při vytváření 3D modelů měst a krajiny, při přípravě názorných vizualizací a v nejrůznějších aplikacích. Zaměření většinou probíhá na základě leteckých měřických snímků nebo pomocí laserového skenování. Je možné použít i metod

klasické geodézie nebo GPS. Digitální modely terénu se mohou lišit v množství zachycených detailů, kromě toho existují rozdíly také ve způsobu prezentace terénu. Je třeba rozlišovat mezi digitálním modelem reliéfu (DMR) a digitálním modelem povrchu (DMP).

3.1.3 Spatial Data Transfer Standard

DTS (Spatial Data Transfer Standard) - používá se k popisu earth-referenced spatial data. Byl navržen tak, aby bylo snadné přenášet a používat přenesené data na rozdílných počítačových platformách, bez ztráty informace.

3.1.4 TIFF

TIFF (TagImage File Format) je jeden ze souborových formátů pro ukládání dat v rastrové počítačové grafice. Formát TIFF tvoří neoficiální standard pro ukládání snímků, určených pro tisk.

3.1.5 BigTiff

Podobá se formátu TIFF, používá 64bitové posuny a tím podporuje soubory, až do velikosti 18.000 petabajtů. Co do velikosti, značně přesahuje běžnou hranici 4 GB TIFF, protože formát podporuje také všechny normální funkce a hlavičkové tagy pro TIFF6 a rozšířených metadat nabízených pro GeoTIFF.

3.1.6 GeoTiff

GeoTIFF je veřejný standart pro metadata, který umožňuje, aby informace o georeferencování, které mají být vloženy v souboru ve formátu TIF, měly dostatečné informace, takže i zahrnující projekci mapy, souřadnicových systémů, elipsoidy, počátky a vše ostatní potřebné ke zjištění přesné prostorové reference souboru.

3.2 Podporované formáty pro městské struktury, půdorysy a objekty

3.2.1 COLLADA

Zkratka Collada (COLLABorative Design Activity) - představuje formát pro ukládání 3D objektů a animací. Je založena na otevřeném XML schématu, tj. můžeme ji snadno přečíst, vytvářet a editovat v libovolném textovém editoru. Obvykle používá koncovku .dae. Collada je používána jako výchozí 3D formát pro popis 3D modelů v programu GoogleEarth (zapouzdřeno ve formátu *.kmz).

3.2.2 KMZ

Tento formát slouží pro publikaci a distribuci geografických dat (geodat). KMZ (Key-hole Markup Language) - je rozšiřující verze textového souboru KML s MIME google-earth.kmz. KMZ je ve skutečnosti přejmenovaná přípona archívu ZIP. Obsahuje kořenový

KML soubor doc.kml a vedle něho můžou být ještě dodatečné soubory (JPEG aj.) pro textury. Nejznámější využití KMZ je pro prezentaci vizualizace 3D objektů, vytvořených např. v software GoogleSketchUp v prostředí GoogleEarth.

3.2.3 SAT

Formát určen pro výměnu dat u systémů, založených na jádře ACIS. Objemová tělesa jsou ukládána ve formě tzv. hraničních modelů, tím se zmenší velikost dat a zkrátí se doba zobrazení, ale dojde ke ztrátě historie. Následná úprava je možná pouze tvorbou dalších těles, popřípadě ořezáním atd. ACIS formátu textového souboru se používá pro výměnu 3D dat mezi různými systémy a je podporován mnoha 3D CAD programy. SAT soubory, které stojí za "standardní ACIS Text", jsou uloženy v textovém formátu ASCII. Mohou být rovněž uloženy v binárním formátu, ve formátu SAB souboru.

3.2.4 shapefile

Shapefile nebo anglicky EsriShapefile je datový formát na ukládání vektorových prostorových dat pro geografické informační systémy. Je vyvinutý a řízený firmou Esri jako otevřený formát pro datovou interoperabilitu mezi Esri a ostatními softwarovými produkty. Shapefiley prostorově popisují geometrické body, linie a plochy: v mapách mohou například reprezentovat výšky, vrstevnice a lesy. Každý prvek pak může obsahovat atributy, které daný prvek popisují. Shapefile ukládá netopologickou geometrii a atributovou informaci pro prostorové prvky v jedné datové sadě. Geometrie prvku je ukládána v podobě vektorových souřadnic. Jeho velkou výhodou, oproti jiným datovým zdrojům, je rychlé vykreslování a možnost editace.

3.2.5 STL

Souborový formát STL (Standard TriangulationLanguage) jako zkratka vycházející z technologie 3D tisku zvané stereolitografie, byl vyvinut firmou 3DSystems. Soubor popisuje třírozměrnou povrchovou geometrii modelu a je nejčastěji používán pro export dat do 3D tiskáren z CAD softwaru nebo softwarových 3D modelářů. Převedený model reprezentuje povrch jako soubor trojúhelníků různých velikostí v závislosti na požadovaném rozlišení. Čím vyšší rozlišení, tím menší bude velikost trojúhelníků (hladší povrch modelu), ale zato delší čas výpočtu modelu – jedná se o tzv. mesh model. STL model je rozdělen do velmi tenkých vrstev podél roviny os X a Y. Každá vrstva je postavena na vrstvu předchozí a pohybuje se nahoru ve směru osy Z. Pro 3D tisk je nezbytné, aby byly všechny normály správně nastaveny směrem z daného objektu.

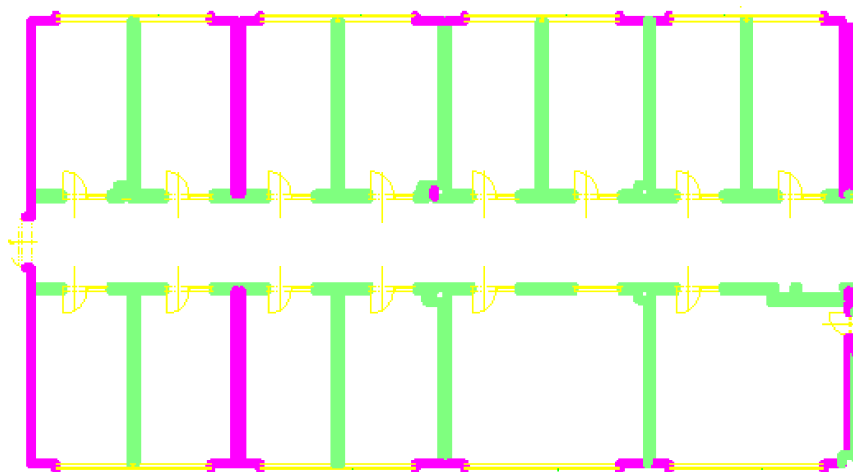
3.2.6 DXF

Vektorový grafický formát DXF (DrawingInterchange File Format) byl navržen firmou AutoDesk pro program AutoCAD. Formát DXF se používá v CAD aplikacích a modelovacích programech. V tomto vektorovém, souborovém formátu je možné ukládat jak

informace o klasických 2D výkresech, tak i popisy složitých trojrozměrných scén. Vektorová data mohou být ve formátu DXF uložena ve dvou podobách. Textová v tomto případě mají soubory DXF strukturovaný ASCII formát snadno čitelný jak člověkem, tak i počítačem. Druhá forma je binární, ta se sice vyskytuje méně často, ale soubory uložené v této formě jsou kratší a také se načítají mnohem rychleji. Soubory uložené v binární variantě DXF mají většinou koncovku .DXB (Drawing Binary Interchange File Format), můžeme se setkat i s koncovkou .DXF. Výhodou tohoto formátu je snadná rozšiřitelnost a podpora v mnoha graficky orientovaných aplikacích. Další předností tohoto formátu je poměrně jednoduchá interní struktura, takže soubory DXF je snadné jak vytvářet, tak i zpětně načítat.

4 Vytvoření modelů prostor budovy FEI v simulačních programech I-Prop a Wireless

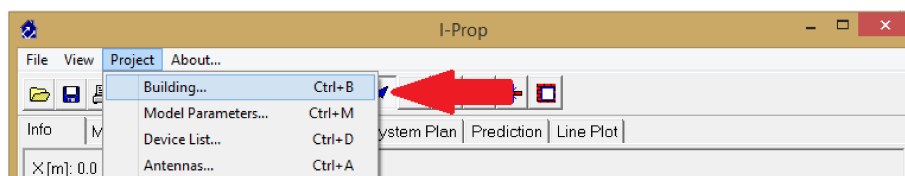
Při vytváření ukázkových modelů vybrané části budovy FEI, jsem se rozhodl vytvořit prostory kanceláří na 3. patře, jelikož programy I-Prop a Wireless InSite nepodporují tvorbu oblých zdí a tyto prostory oblé zdi neobsahují. Ukázku těchto prostor v programu AutoCAD, můžete vidět na obrázku 5.21 na obrázku jsou barevně rozlišené typy použitých materiálů.



Obrázek 4.1: Ukázka kanceláří na 3.patře (EA332–EA345) v budově FEI v programu AutoCAD

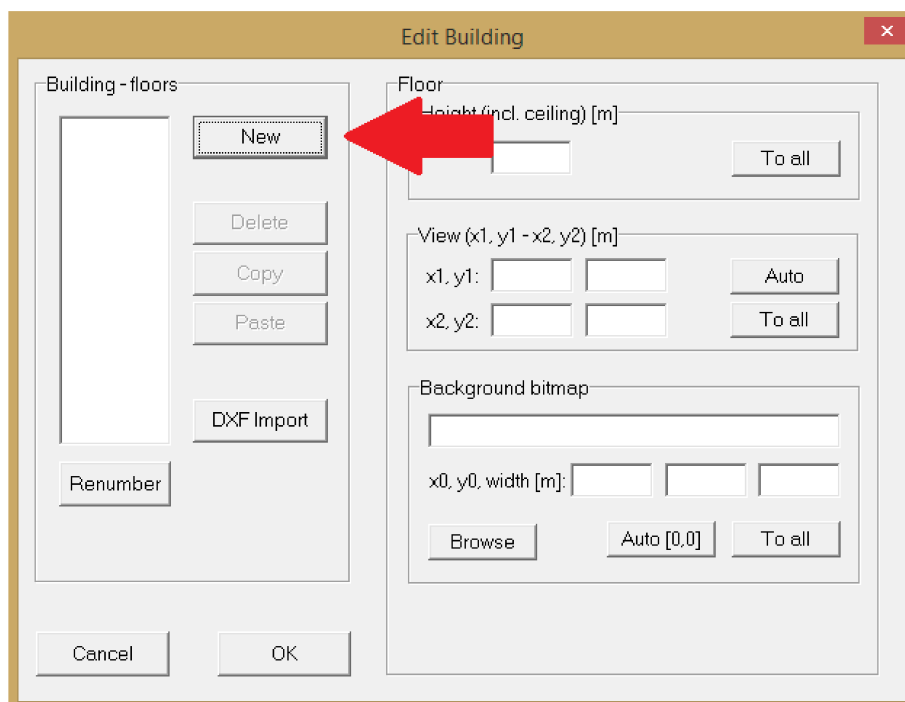
4.1 Vytvoření modelu v programu I-Prop

1. Po spuštění programu I-Prop začneme s nastavením plánu budovy, v horním menu klikneme na **Project/Building**. Otevře se nám okno Edit Building, jak můžete vidět na obrázku 4.3.



Obrázek 4.2: I-Prop nastavení podlaží

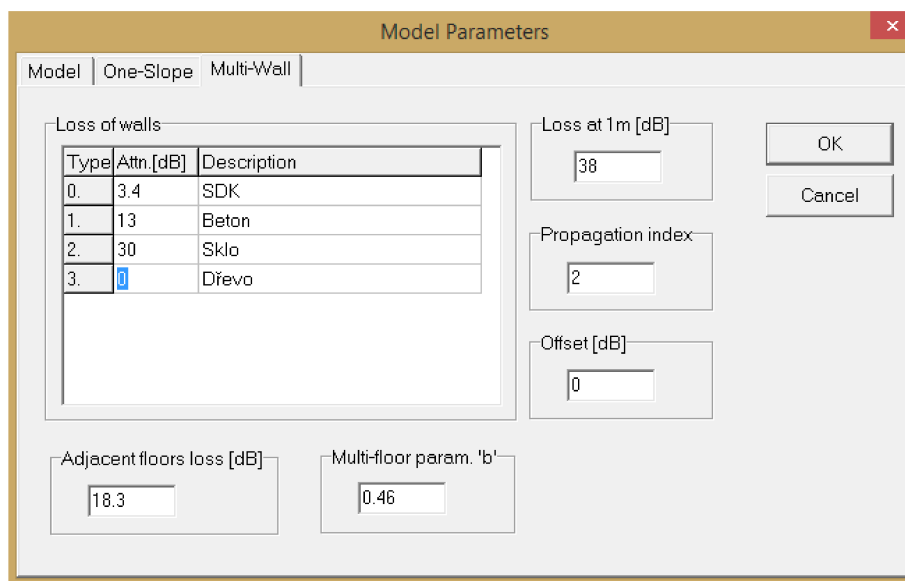
2. Nové podlaží přidáme pomocí tlačítka New, jak můžete vidět na obrázku 4.3. Otevře se nám okno Floor Number, kde zadáme číslo podlaží, které chceme vytvořit.



Obrázek 4.3: Editovat podlaží

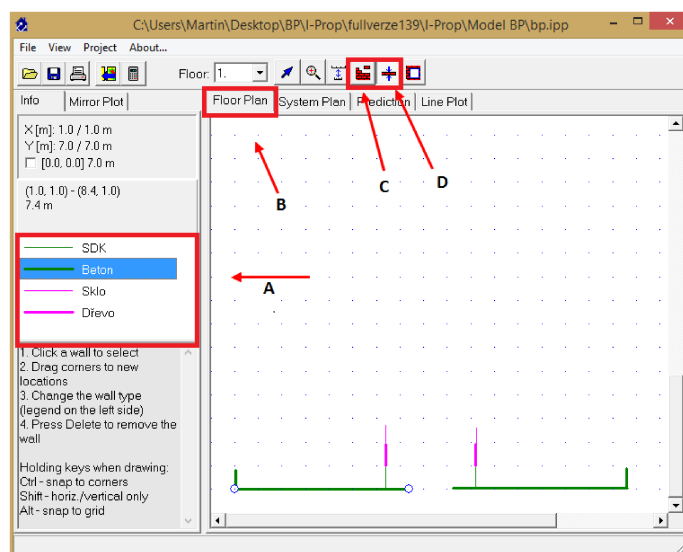
- Upravíme vhodně View souřadnice, v našem případě nastavíme x2 na 25, y2 na 50. Výška se nastaví automaticky na 3 metry, tuto hodnotu neměníme. Klikneme na tlačítko OK.
- Dále pokračujeme s nastavením útlumu zdi a to tak, že klikneme na **Project/Model Parameters**. Otevře se nám okno Model Parameters. V horní záložce klikneme na Multi-Wall a nastavíme útlum jednotlivých zdí, které budeme používat, jak můžete vidět na obrázku 4.4.

Vytvoření ukázkových modelů v programu I-Prop a Wireless InSite



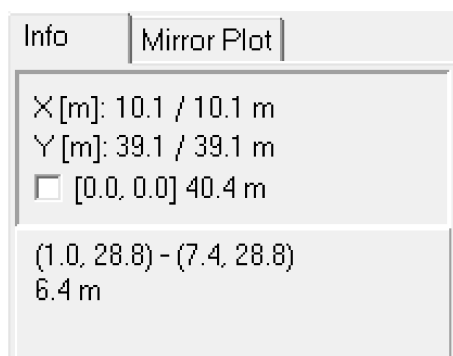
Obrázek 4.4: Parametry modelu

5. V záložce Floor Plan (B) začneme kreslit plán budovy. Musíme navolit New wall (C). Můžeme si vybrat mezi čtyřmi typy stěn (A), které jsme si definovali a začneme vytvářet model. Následná editace stěn probíhá stiskem Edit wall (D).



Obrázek 4.5: I-Prop ukázka vývojového prostředí

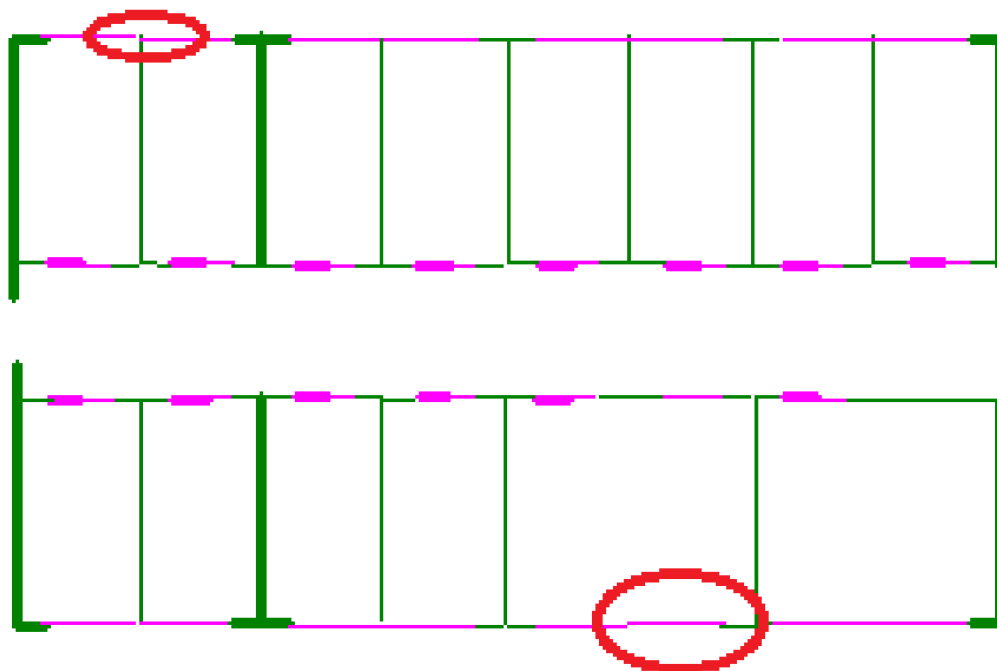
6. Postupně vytváříme stěny, dokud není vytvořen celý model. Při vytváření sledujeme okno Info, kde máme zobrazeny souřadnice X, Y a délky vytvářených stěn.



Obrázek 4.6: Okno Info

7. Vytvořený model uložíme tak, že v horním menu klikneme na **File/Save**, případně můžeme model vyexportovat jako Bitmapu v horním menu **File/Export Bitmap**.

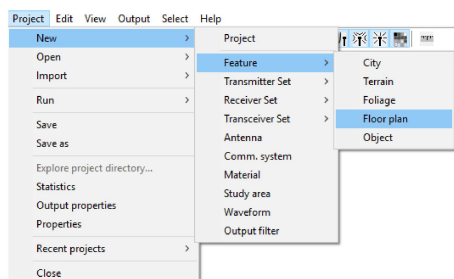
8. Vytvořený ukázkový model vybrané části FEI v programu I-Prop. Můžete vidět na obrázku 5.23. Na obrázku jsou také zobrazeny nedostatky grafického editoru podle hodnot v okně Info byly hodnoty správné, ale grafický editor zobrazoval zdi jako nespojené nebo nerovné.



Obrázek 4.7: Ukázkový model kanceláří na 3.patře (EA332–EA345) v programu I-Prop

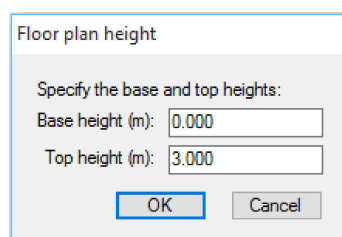
4.2 Vytvoření modelu v programu Wireless InSite

1. Pro vytvoření nového podlaží v horním menu klikneme na **Project/New/Feature/Floor plan**.



Obrázek 4.8: Nový půdorys

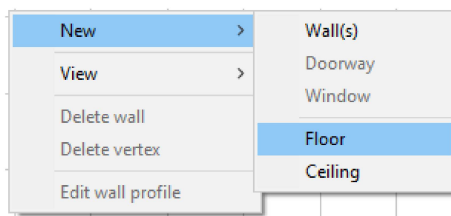
2. Otevře se Okno Floor plan height, kde zadáme výšku zdi, v našem případě neměníme hodnotu a necháme 3 metry.



Obrázek 4.9: Výška podlahy

3. Otevře se nám okno Edit floor plan, kde přepneme funkci snap-to na Grid lines a měřítko nastavíme na 5 metrů.

4. Jako první musíme vytvořit podlahu. Pro vytvoření podlahy klikneme pravým tlačítkem myši kdekoli v editoru otevře, se nám kontextové menu a vybereme **New/Floor**, jak můžete vidět na obrázku 4.10. Dále pak levým tlačítkem myši kdekoli do editoru umístíte první bod podlahy. Každým dalším kliknutím levým tlačítkem budeme umisťovat další body, které nakonec vytvoří kompletní obvod podlahy. Dokončení podlahy provedeme pravým tlačítkem myši.

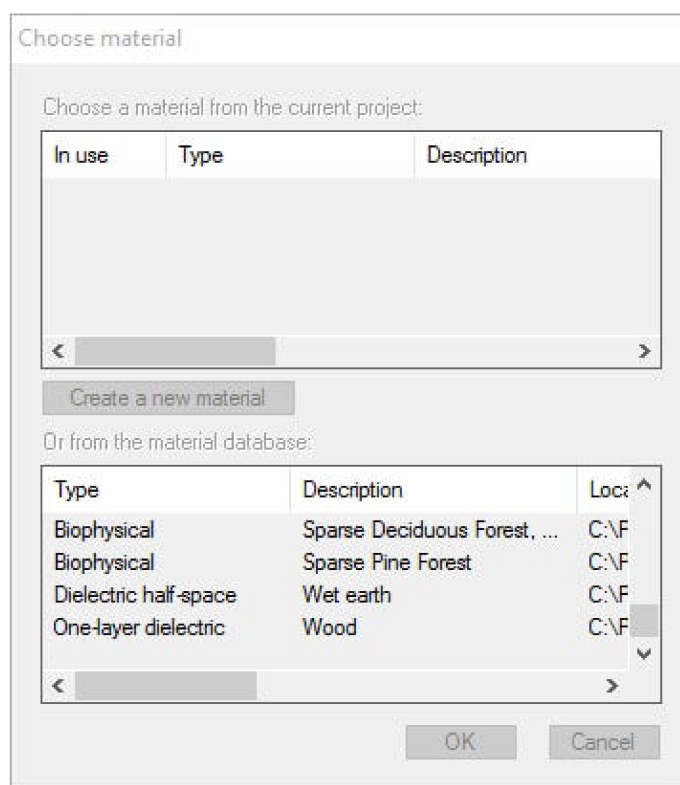


Obrázek 4.10: Nová podlaha

Vytvoření ukázkových modelů v programu I-Prop a Wireless InSite

5. Následně vytvoříme strop, klikneme pravým tlačítkem myši kdekoli v editoru, po otevření kontextového menu vybereme **New/Ceiling**, jak můžete vidět na obrázku 4.10. Dále pak kliknutím levým tlačítkem myši kdekoli do editoru, umístíte první bod stropu. Každým dalším kliknutím levým tlačítkem budete umisťovat další body, které nakonec vytvoří kompletní obvod stropu. Dokončení stropu provedte pravým tlačítkem myši. Pamatujte, že obvod stropu by měl kopírovat obvod podlahy.

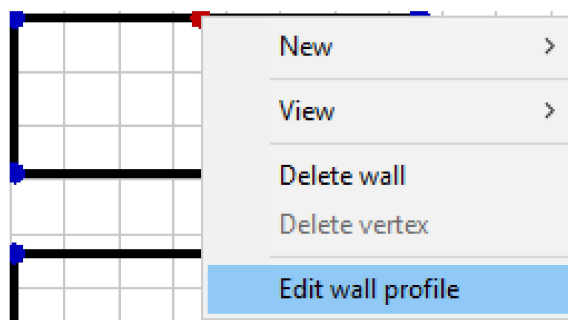
6. Pro vytvoření zdi klikneme pravým tlačítkem myši kdekoli v editoru, po otevření kontextového menu vybereme **New/Wall(s)**. Zdi umísťujeme do obvodu podlahy a postupně přidáváme další zdi, dokud není vytvořený model budovy.



Obrázek 4.11: Vybrat materiál

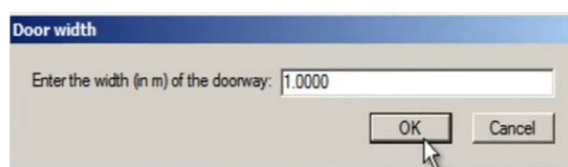
7. Po vytvoření zdi můžeme definovat materiál, ze kterého má být zeď vytvořena kliknutím na zeď pravým tlačítkem se nám otevře menu, vybereme Edit wall profile 4.12. Zobrazí se nám okno Edit wall segment, kde si můžeme nastavit výšku stěny a vybrat materiál, kliknutím na tlačítko Select material se nám otevře okno choose material 4.11, kde si vybereme nebo vytvoříme materiál, ze kterého chceme mít zeď vytvořenou.

Vytvoření ukázkových modelů v programu I-Prop a Wireless InSite



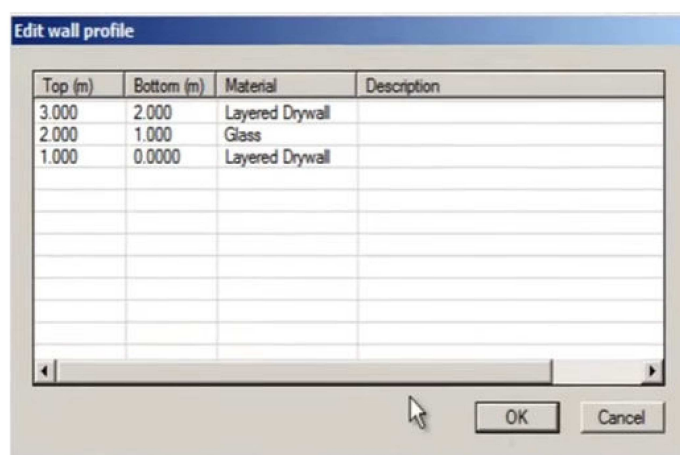
Obrázek 4.12: Editace profilu stěny

8. Vchod a dveře vytváříme kliknutím kdekoli v editoru, po otevření menu vybereme **New/Doorway**. Otevře se nám okno Door width 4.13, kde zadáme šířku dveří. Vytvoří se nám úsečka o požadované délce a tu můžeme umístit kdokoli na libovolnou zeď, kde chceme mít vchod. Po umístění se nám otevře okno Edit wall profile 4.14, kde si můžeme zvolit výšku vchodu nebo materiál materiál, kterým má být vchod vyplněn.



Obrázek 4.13: Šířka dveří

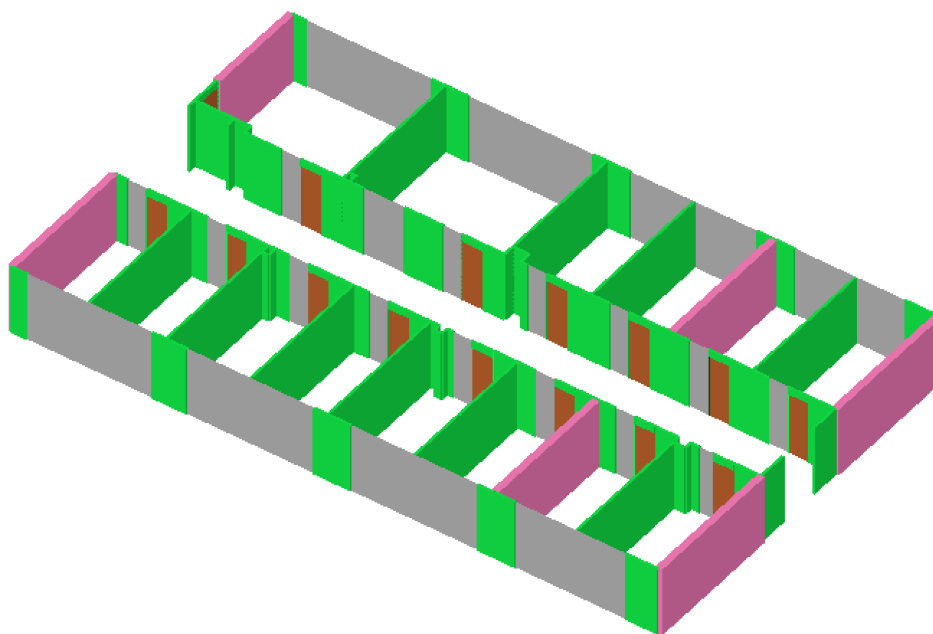
9. Pro vytváření oken kdekoli v editoru klikneme pravým tlačítkem myši, po otevření menu vybereme **New/Window**. Otevře se nám okno Windows width, kde zadáme šířku okna. Vytvoří se nám úsečka, kterou umístíme kdekoli na vytvořenou zeď. Po umístění se nám otevře okno Edit wall profile, kde si můžeme nastavit výšku a šířku okna, vzdálenost od podlahy a materiál ze kterého má být okno tvořeno.



Obrázek 4.14: Editace profilu stěny

10. Po vytvoření, můžeme model dále editovat a to buď v grafickém editoru v okně projekt view, kde vidíme vytvořený model 4.15 a nebo editačním režimu. V grafickém režimu můžeme vybírat jednotlivé zdi v horním menu **Select/Face** klikneme na námi vybranou zeď, ta se označí a můžeme jí upravovat stejně jako v předchozích krocích. Nebo se můžeme vrátit do editačního režimu a to **Select/Features**. Označíme celý model a klikneme pravým tlačítkem myši, otevře se nám menu a vybereme EDIT.

11. Ukázkový model vybrané části budovy FEI je zobrazený na obrázku 5.22. Na tomto obrázku můžete vidět i barevné rozlišení jednotlivých materiálů.



Obrázek 4.15: Model kanceláří na 3. patře (EA332–EA345) v budově FEI v programu Wireless InSite

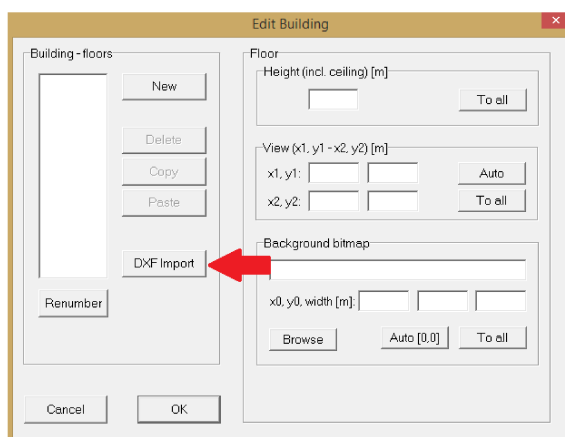
5 Import podlaží z formátů DXF do programu I-Prop a Wireless InSite

Před importem plánu do programu I-Prop a Wireless musíme, plány upravit nejlépe v programu AutoCAD, jelikož tyto dva programy nepodporují tvorbu a ani import oblých stěn. Tudíž si plány před importem musíme vhodně upravit a překreslit pokud možno oblé stěny nahradit rovnými.

5.1 Import podlaží do programu I-Prop

Před importem do programu I-Prop si musíme plány vhodně upravit. Nejlépe v programu AutoCAD. Simulační program I-Prop totiž nepodporuje import oblých a dvojtých zdí a také šrafování, proto by jsme měli před importem tyto věci vhodně ošetřit a pokud možno nahradit oblé zdi rovnými.

1. V horním menu vyberte **Project/Building**. Otevře se okno Edit Building, které můžete vidět na obrázku 5.1.

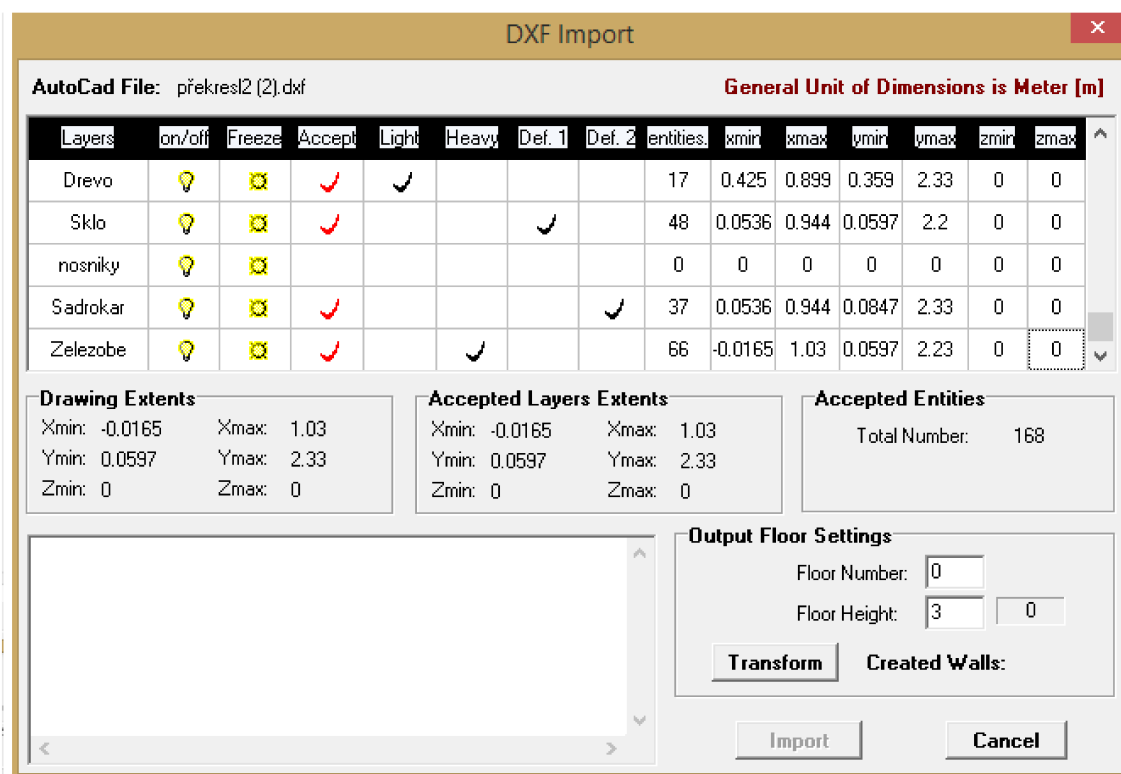


Obrázek 5.1: Editace podlaží

2. Kliknout na tlačítko DXF Import. Otevře se okno Open a vybereme soubor ve formátu DXF, který chceme importovat.

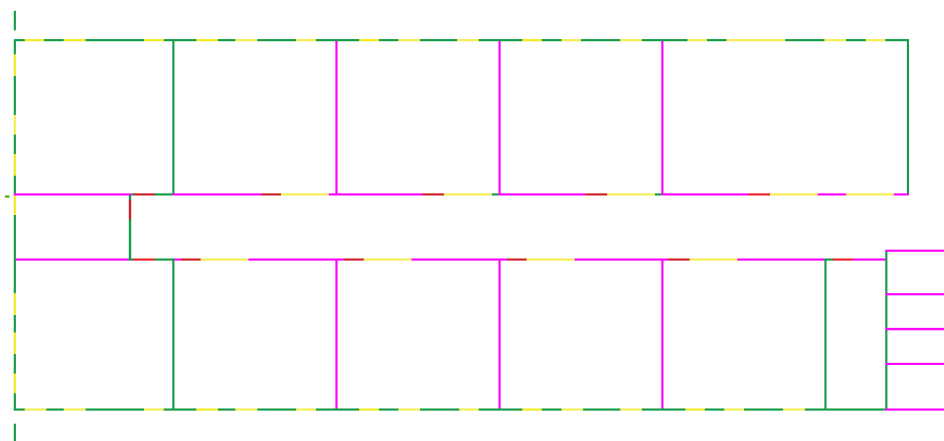
3. Po vybrání souboru se nám otevře okno DXF import, jak můžete vidět na obrázku 5.2. V okně DXF Import jsou vidět jednotlivé vrstvy, které můžeme importovat. Dvojklikem do sloupců Light, Heavy, Def.1, Def.2 vybereme typ zdí, pod jakým se má importovat vybraná vrstva.

Import podlaží do programu I-Prop a Wireless InSite

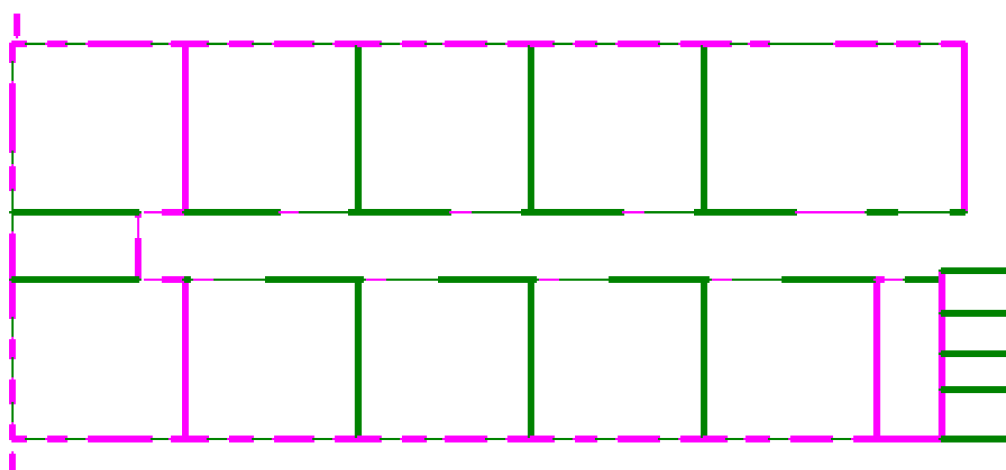


Obrázek 5.2: DXF Import

4. Dále zadáme číslo podlaží, kde se má vrstva importovat do Floor Number vepíšeme číslo podlaží a také zadáme výšku podlaží Floor Height.
5. Po zadání a vybrání všech potřebných informací klikneme na tlačítko Transform po zpracování transformace import dokončíme kliknutím na tlačítko import.
6. Po dokončení importu můžeme zdi jednoduše editovat. Ukázku plánu před importem v programu AutoCAD. Můžete vidět na obrázku 5.24 a na obrázku 5.25 jsou zobrazeny plány po importu v programu I-Prop.



Obrázek 5.3: Část laboratoří na 2.patře (POREB204–POREB213) v budově FEI před importem v programu AutoCAD



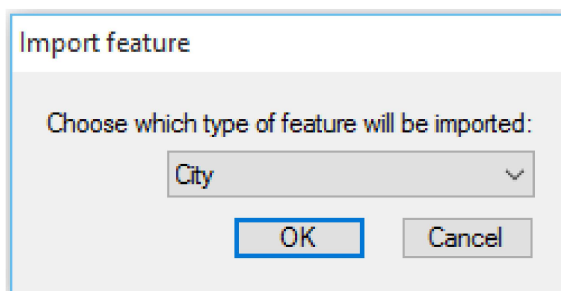
Obrázek 5.4: Importované plány laboratoří (POREB204–POREB213) ve 2.patře v budově FEI v programu I-Prop

5.2 Import podlaží do programu Wireless InSite

Import podlaží z DXF do Wireless InSite Wireless InSite.

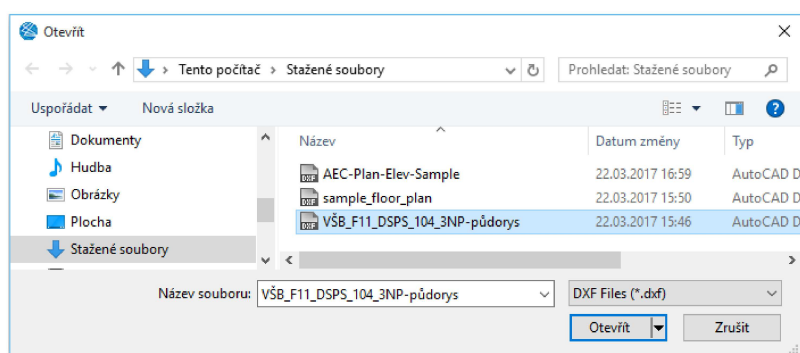
1. V Horním menu vybrat **Project/Import/DXF**. Otevře se okno Import feature, které můžete vidět na obrázku 5.17. Vybrat “Floor Plan” a potvrdit tlačítkem OK.

Import podlaží do programu I-Prop a Wireless InSite



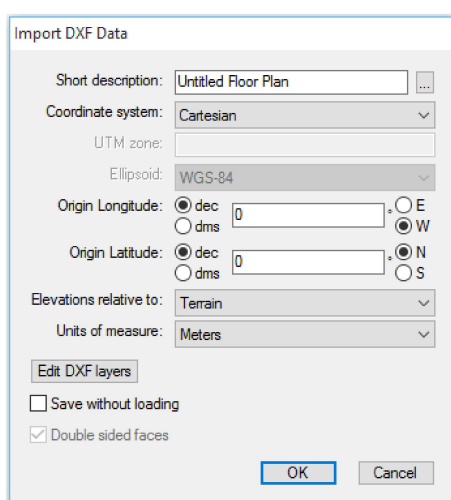
Obrázek 5.5: Vlastnosti importu

2. Otevře se nám okno Otevřít, vybereme soubor ve formátu .dxf, který chceme importovat.



Obrázek 5.6: Výběr plánu podlaží

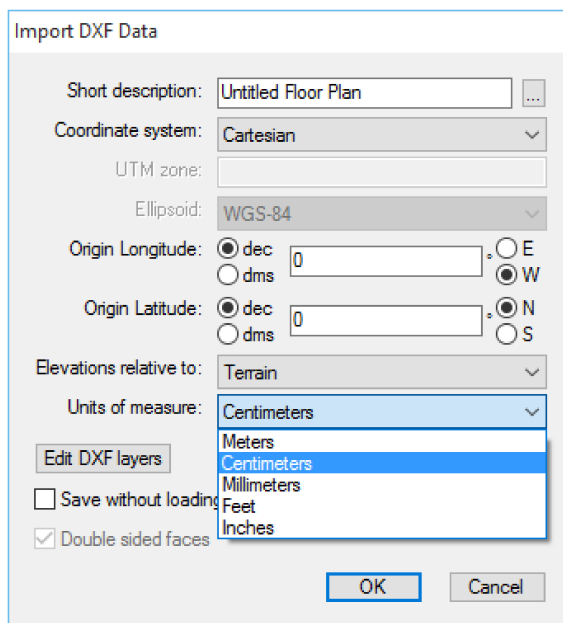
3. Po vybrání se nám otevře okno Import DXF Data, jak je vidět na obrázku 5.7.



Obrázek 5.7: Import dat DXF

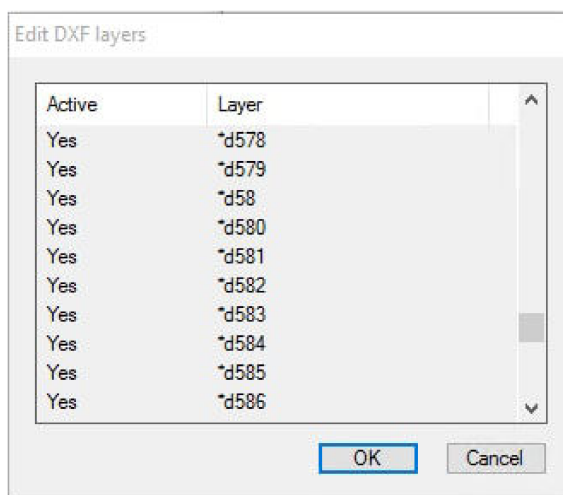
Import podlaží do programu I-Prop a Wireless InSite

4. Nastavíme Units of measure na milimetry, jelikož všechny dxf soubory jsou definované v milimetrech.



Obrázek 5.8: Jednotky měření

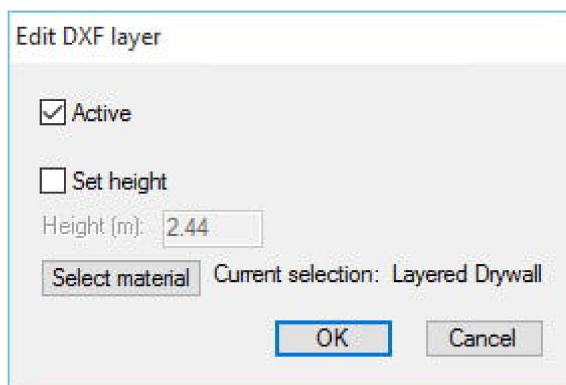
5. Při importu souboru dxf, může uživatel určit, které vrstvy importovat. Pokud vrstva obsahuje nadbytečné údaje nebo nepodporované funkce, lze tyto prvky nastavit jako neaktivní. Tyto aktivní prvky můžeme vybrat v záložce EDIT DXF LAYERS, jak je vidět na obrázku 5.19.



Obrázek 5.9: Úprava vrstev DXF

Import podlaží do programu I-Prop a Wireless InSite

6. Dvojitým kliknutím na vrstvu v editačním oknu DXF se otevře okno Edit DXF layers viz obrázek 5.20. Toto okno umožňuje uživateli změnit aktivní stav nebo výšku stěny z výchozí hodnoty.

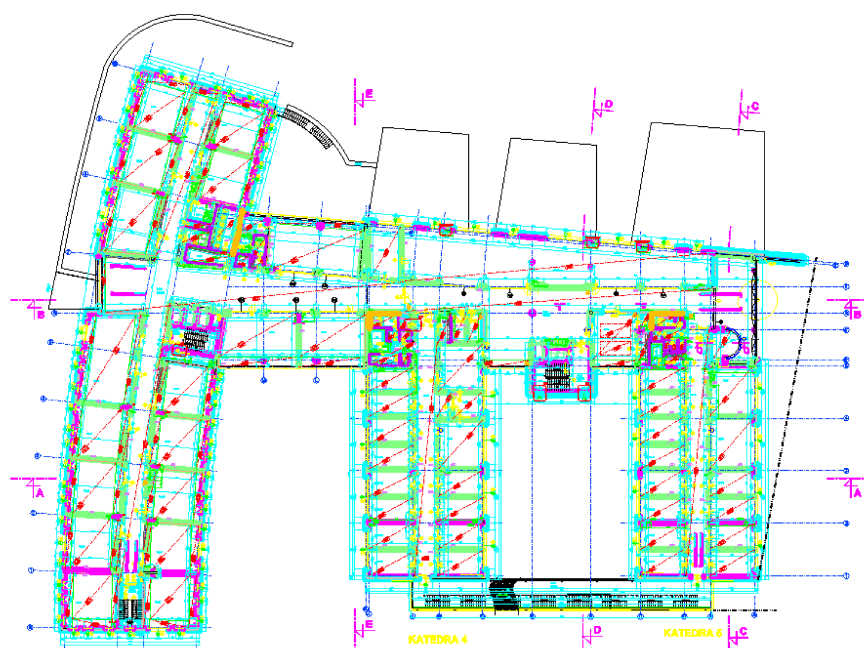


Obrázek 5.10: Úprava vrstev DXF

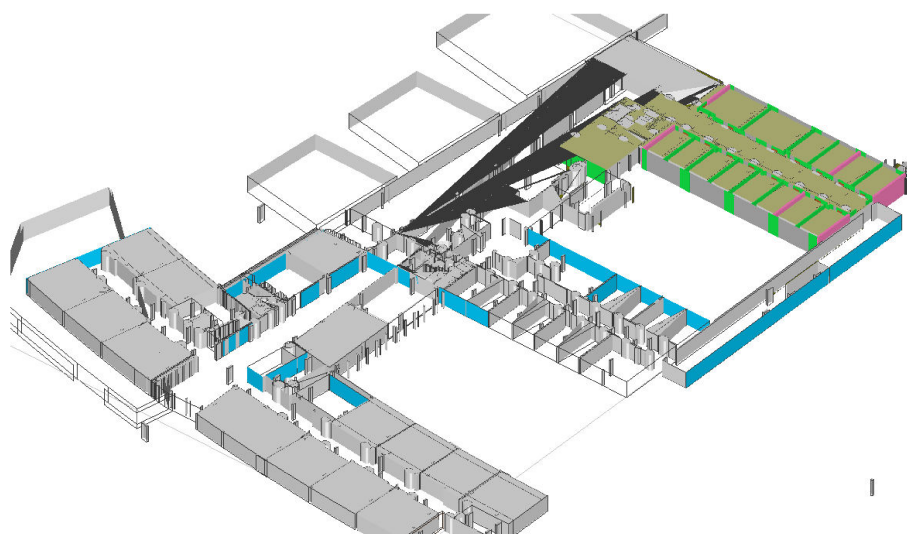
7. Je také možné definovat materiál vybrané vrstvy pomocí tlačítka Select material. Otevře se nám okno CHOOSE MATERIAL, kde dole v nabídce můžeme vybrat materiál, ze kterého má být daná vrstva tvořená.

8. Pro dokončení importu klikneme na tlačítko OK. Importované plány musíme také vhodně upravit, jelikož vrstvy se při importu často neimportují správně nebo špatně vybereme vrstvy, které nejsou vhodné pro potřeby simulace.

9. Na obrázku 5.26 můžete vidět plány podlaží budovy FEI v programu AutoCAD. Z obrázku je zřetelné, že úprava náročnějších plánu vyžaduje pokročilou práci s programem AutoCAD. Na obrázku 5.27 jsou zobrazeny plány po importu v programu Wireless InSite, jak jsem již zmiňoval výše nelze importovat oblé stěny a lze upravovat jen rovné stěny ty jsou vyznačeny světle modrou barvou. Na tomto obrázku je i zobrazení spojení ukázkového modelu a importovaného modelu.



Obrázek 5.11: Plány 3. podlaží budovy FEI v programu AutoCAD



Obrázek 5.12: Importované plány 3. podlaží budovy FEI do programu Wireless InSite

Závěr

Programy I-Prop a Wireless InSite jsem se rozhodl popisovat spíše obecně, abych co nejlépe popsal možnosti a funkce těchto dvou simulačních nástrojů. Práce s těmito programy je poměrně snadná oba tyto programy mají přehledné vývojové prostředí a vytváření modelů je poměrně jednoduché. Import plánu do programu I-Prop je jednoduchý největší problém je příprava plánu v programu AutoCAD, kde si musíte plány překreslit nebo vhodně upravit odebráním oblých, dvojitých a šrafovaných zdi. Tato práce je velice zdoluhavá a jde o pokročilejší práci s tímto programem. Při importu plánu do programu Wireless InSite nastal stejný problém, ani tento program nepodporuje import a vytváření oblých zdi. Bohužel plány pro import do tohoto programu se mi nepovedly vhodně upravit a program nebyl schopen rozlišit jednotlivé vrstvy a materiály. Proto by jsme měli před importem plánů do těchto dvou simulačních nástrojů počítat s prací a úpravou v programu AutoCAD.

Literatura

[1] RAPPAPORT, Theodore S. Wireless communication: principles and practice. 2nd ed. Upper Saddle River, N. J. Prentice Hall PTR, c2002, 707 p. ISBN-01-304-2232-0.

[2] Prediction with the One Slope Model [online] Dostupné z <https://awe-communication.com/Propagation/Indoor/Empirical>

[3] BANKS, J.: Principles of Simulation. In BANKS, J., ed.: Handbook of simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice, 1998. John Wiley Sons, Inc., New York. ISBN 0-471-13403-1 s. 547–570 en.wikipedia.org, editace 31.1 2016, <https://cs.wikipedia.org/wiki/>

[4] Intermap Digital Surface Model: accurate, seamless, wide-area surface models". Archived from the original on 2011-09-28.

[5] ČERNOHORSKY, D., NIVÁČEK, Z. Navrhování rádiových spojů. Skriptum. Brno: FEKT VUT v Brně, 1992.

[6] PECHAČ, P. Šíření vln v zástavbě. Praha: BEN, 2005. ISBN 80-7300-186-1.

[7] Pavel Pechač, Uživatelský manuál I-Prop verze 1.3 Dostupný z: <https://comtech.vsb.cz/moodle>

[8] DAMOSSO, E. Digital mobile radio towards future generation systems: COST action 2 Brussels: European Commission, 1999 [cit. 2012-12-12]. ISBN-92-828-5416-7.

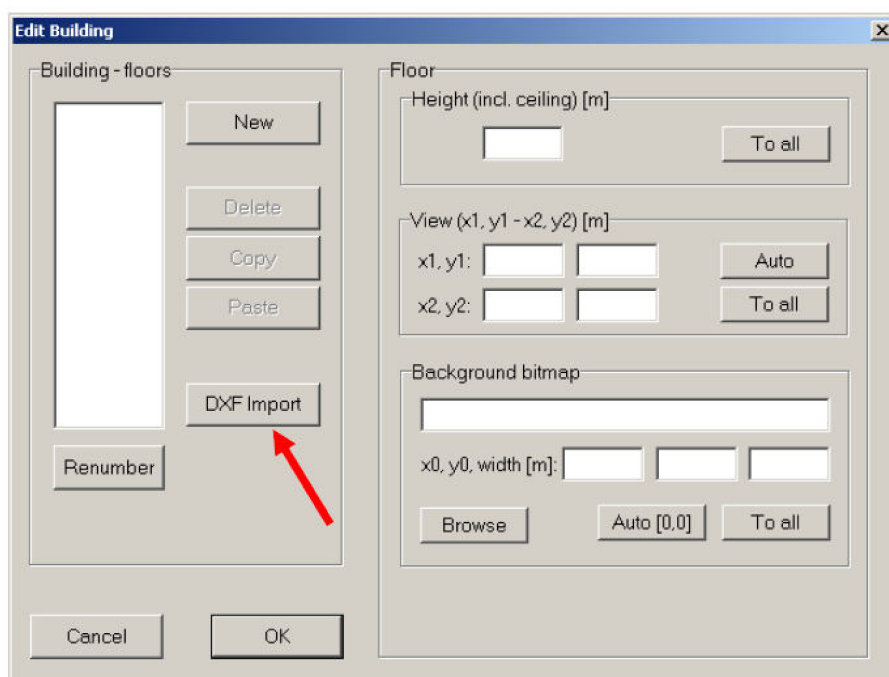
[9] Wireless InSite Reference Manual -Version 2.8.0 <https://www.remcom.com/wireless-insite-models/>

Seznam příloh

Příloha A: Stručný manuál importu plánu z formátu DXF do programu I-Prop	42
Příloha B: Stručný manuál importu plánu z formátu DXF do programu InSite.	45
Příloha C: Obrázky vytvořených modelů a plánů podlaží	47
Příloha D: Adresářová struktura přiloženého CD.	54

Příloha A: Stručný manuál importu plánu z formátu DXF do programu I-Prop

1. V menu/**Project/Building** přidejte nové podlaží pomocí exportu plánu z Autocadu: DXF Import

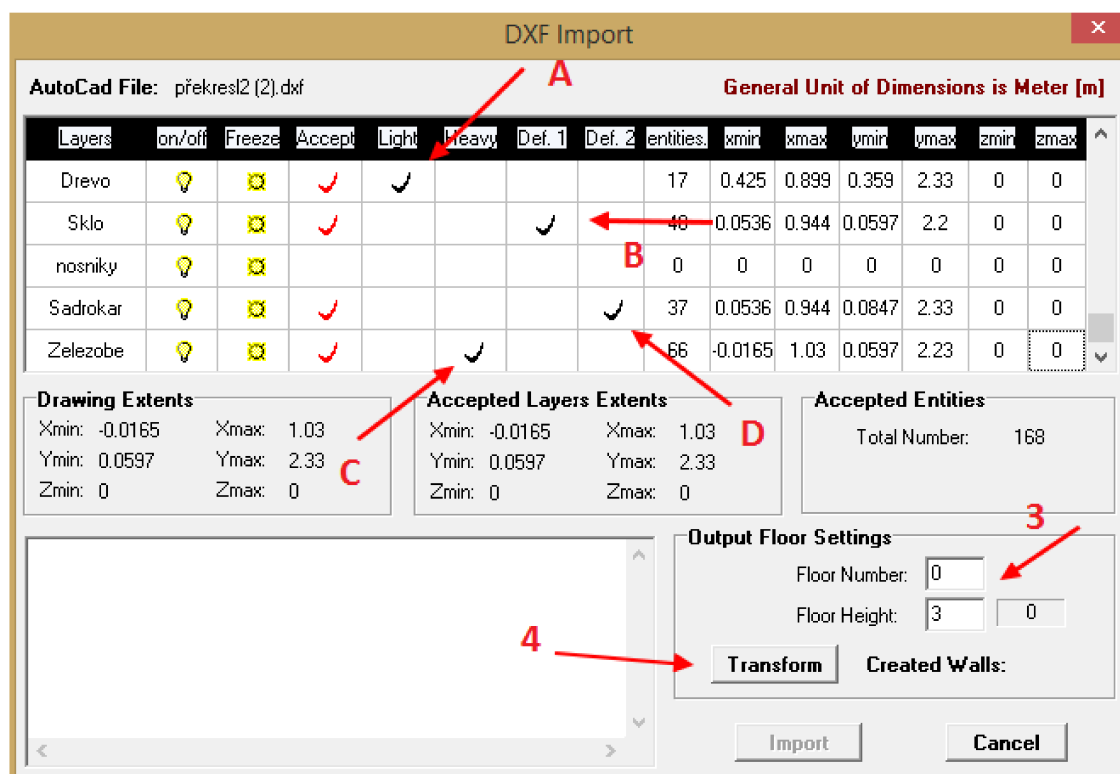


Obrázek 5.13: Vlastnosti Importu

2. Zvolte DXF Import a vyberte na disku soubor 2patrolab.dxf.

- A) Zaškrtněte políčko Light pro Drevo
- B) Zaškrtněte políčko Def.1 pro Sklo
- C) Zaškrtněte políčko Def.2 pro Sadrokarton
- D) Zaškrtněte políčko Heavy pro Zelezobeton

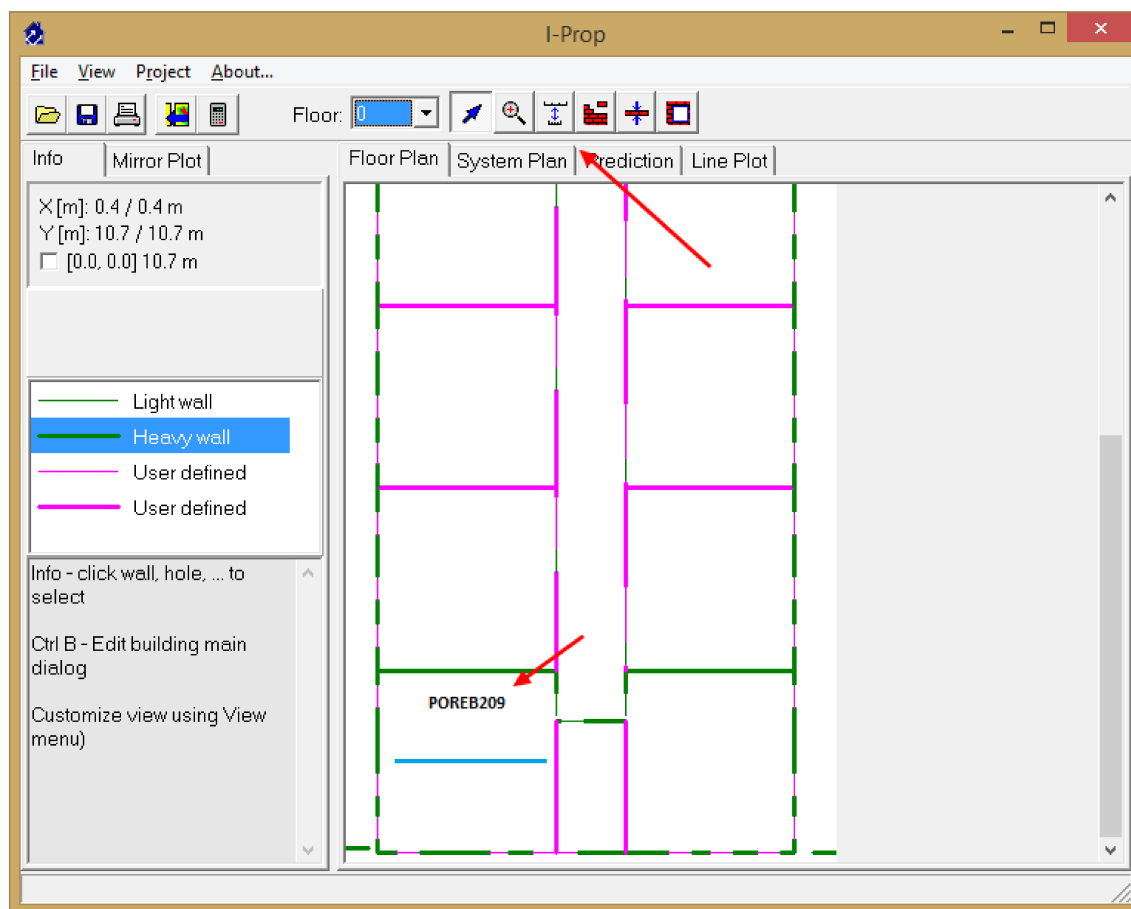
Stručný manuál importu plánu z formátu DXF do programu I-Prop



Obrázek 5.14: DXF import nastavení

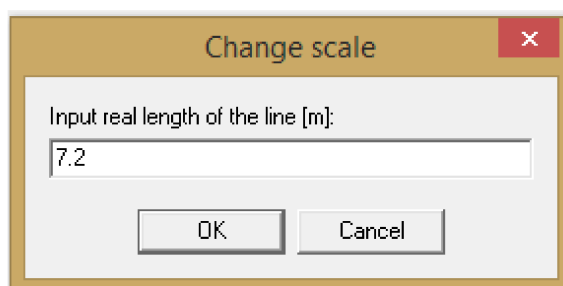
3. Nastavte číslo podlaží Floor Number na hodnotu 2 a výšku stropů Floor Height na hodnotu 3 m.
4. Stiskněte Transform, poté Import.
5. Nyní je nutno kalibrovat načtený půdorys. Zvolte 3. ikonu zleva Rescale a natáhněte kalibrační úsečku na délku místnosti POREB209.

Stručný manuál importu plánu z formátu DXF do programu I-Prop



Obrázek 5.15: Kalibrování půdorysu

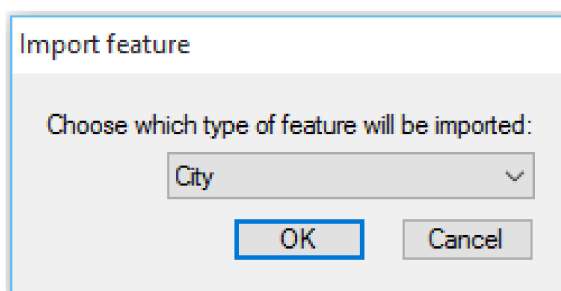
6. Zadejte skutečnou délku místnosti POREB209: 7.2 m.



Obrázek 5.16: Nastavení vzdálenosti

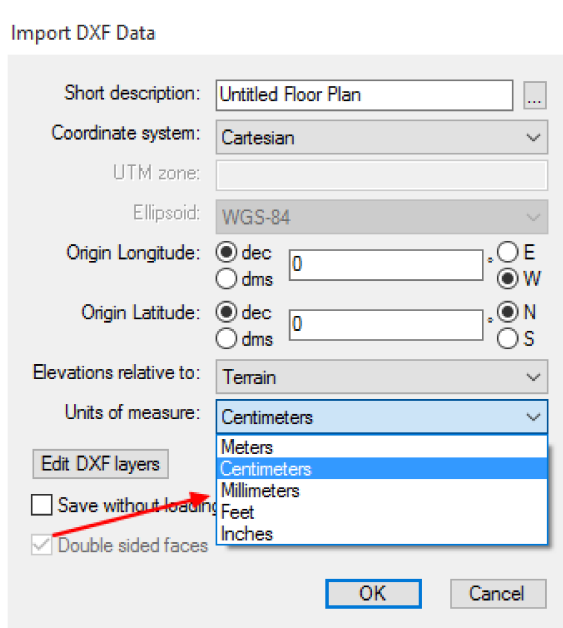
Příloha B: Stručný manuál importu plánu z formátu DXF do programu InSite

1. Project/Import/DXF.
2. V okně Import feature vybrat “Floor Plan” a potvrdit tlačítkem OK.



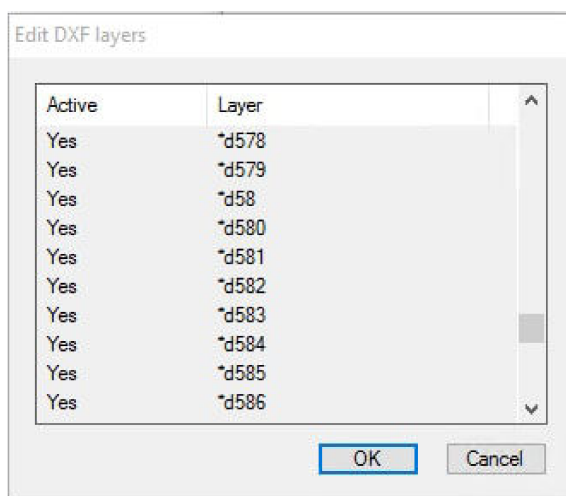
Obrázek 5.17: Vlastnosti importu

3. Nastavíme Units of measure na milimetry.



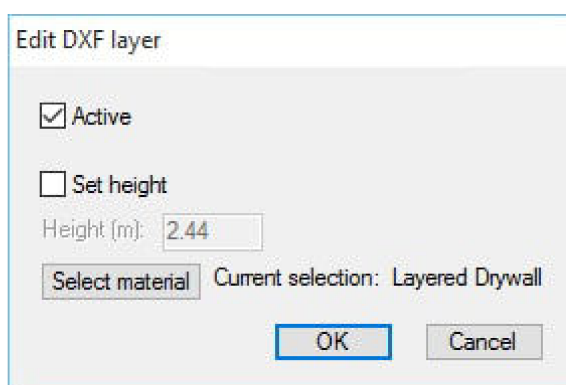
Obrázek 5.18: Jednotky měření

5. Vybrat v záložce EDIT DXF LAYERS vrstvy, které chceme importovat.



Obrázek 5.19: Úprava vrstev DXF

6. Dvojitým kliknutím na vrstvu v editačním oknu DXF se otevře okno Edit DXF layers. Toto okno umožňuje uživateli změnit aktivní stav nebo výšku stěny z výchozí hodnoty.

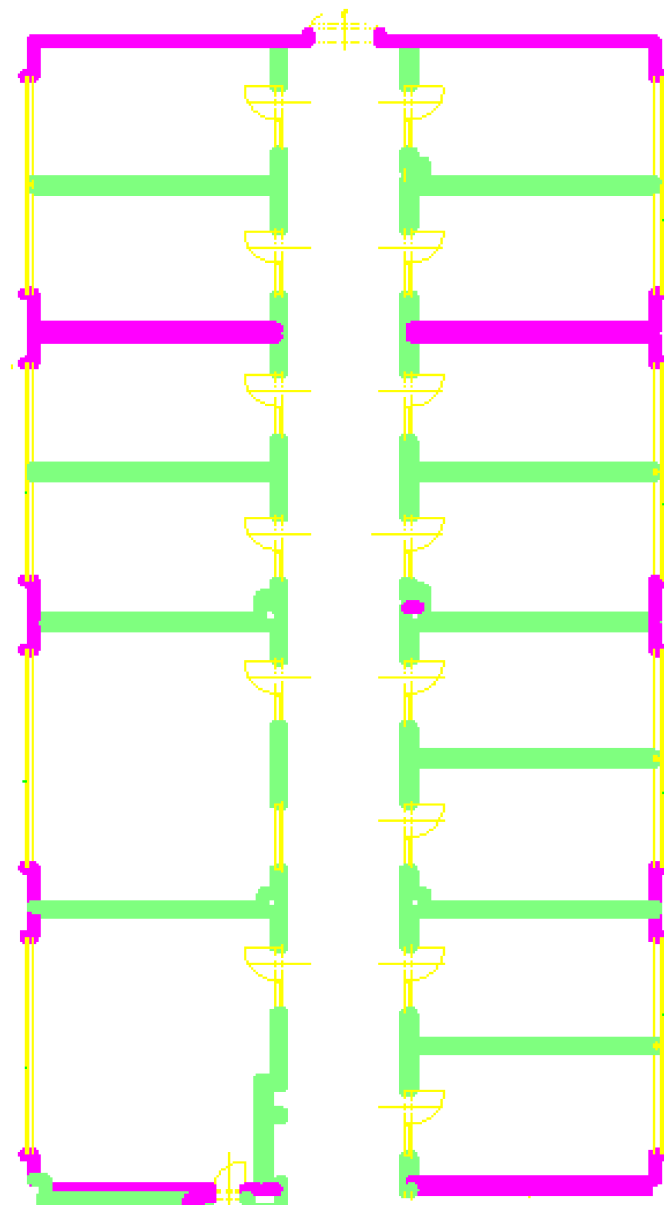


Obrázek 5.20: Úprava vrstev DXF

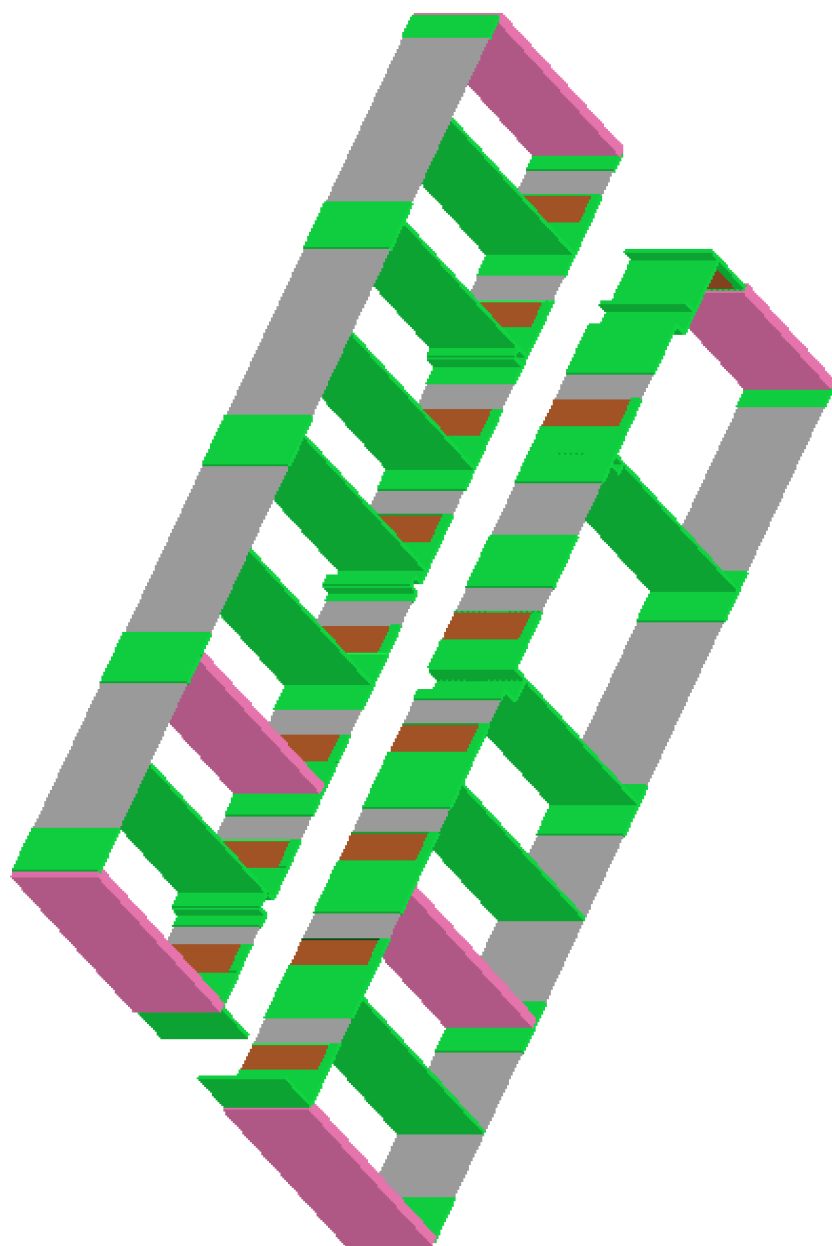
7. Je také možné definovat materiál vybrané vrstvy pomocí tlačítka Select material. Otevře se nám okno CHOOSE MATERIAL, kde dole v nabídce můžeme vybrat materiál, ze kterého má být daná vrstva tvořená.

8. Pro dokončení importu klikneme na tlačítko OK.

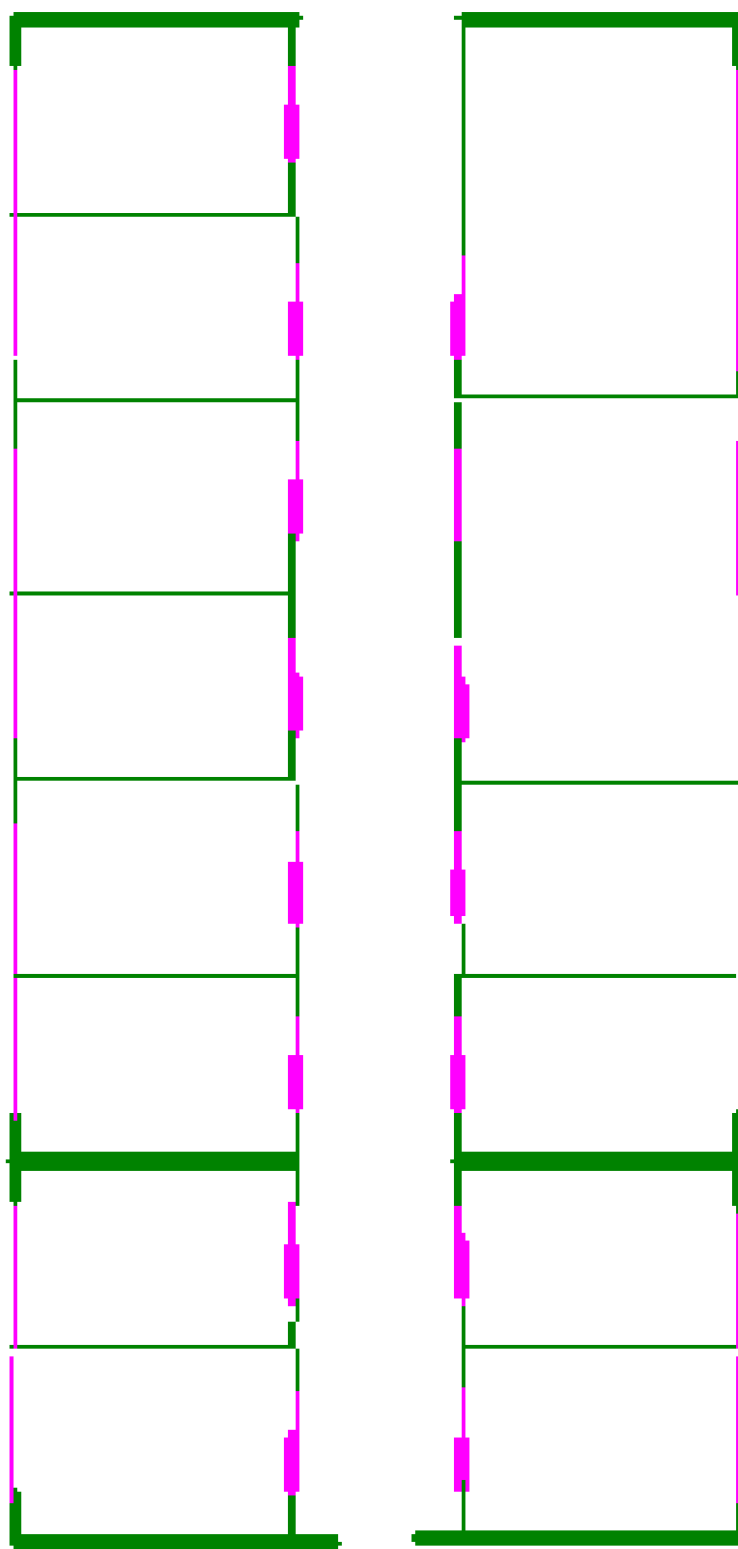
Příloha C: Obrázky vytvořených modelů a plánů podlaží

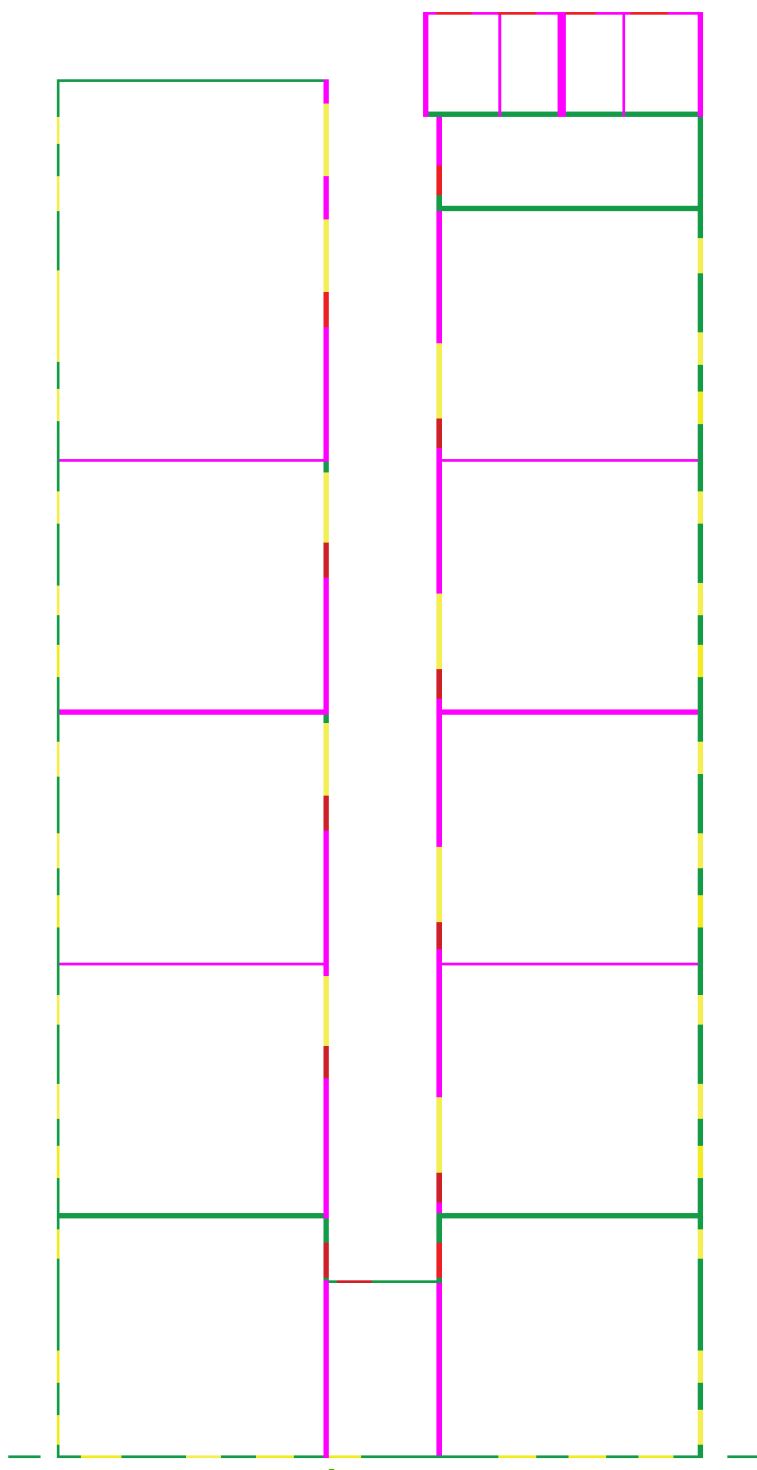


Obrázek 5.21: Ukázka kanceláří na 3.patře (EA332–EA345) v budově FEI v programu AutoCAD

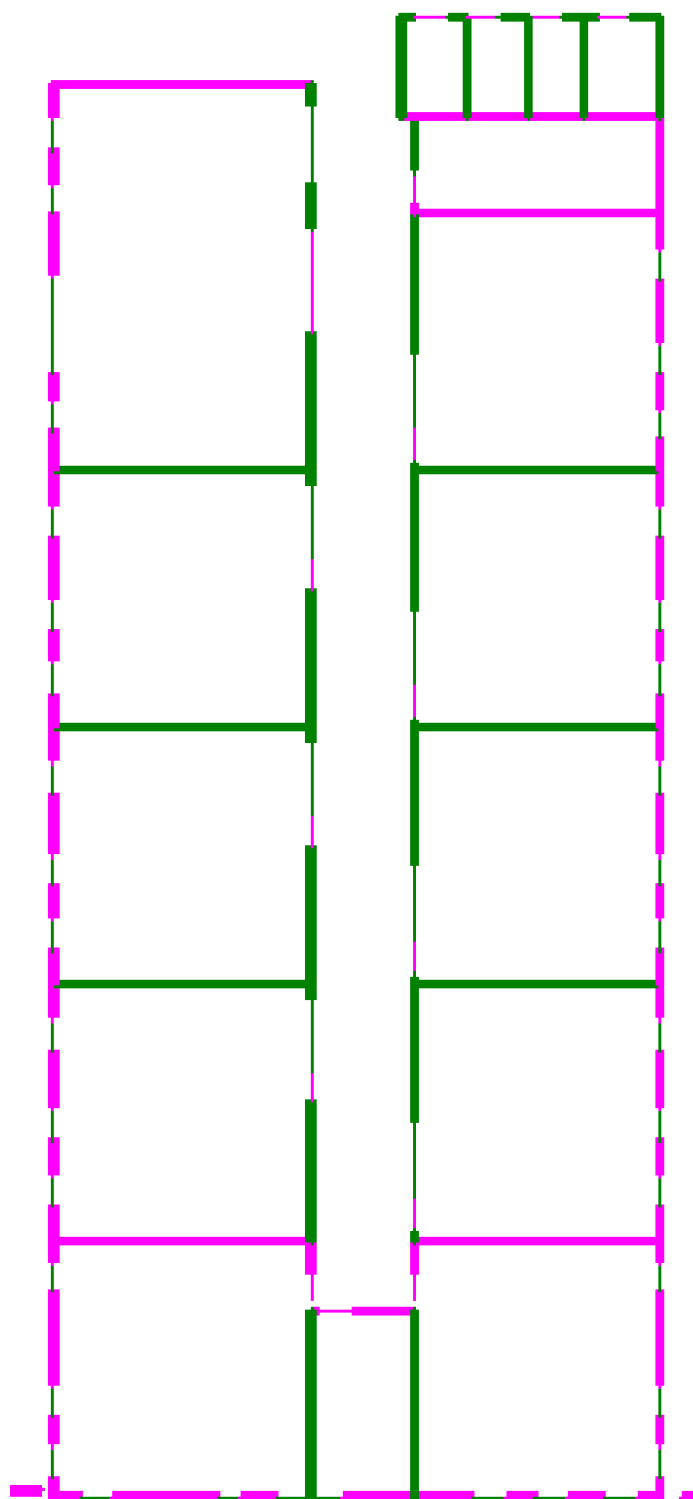


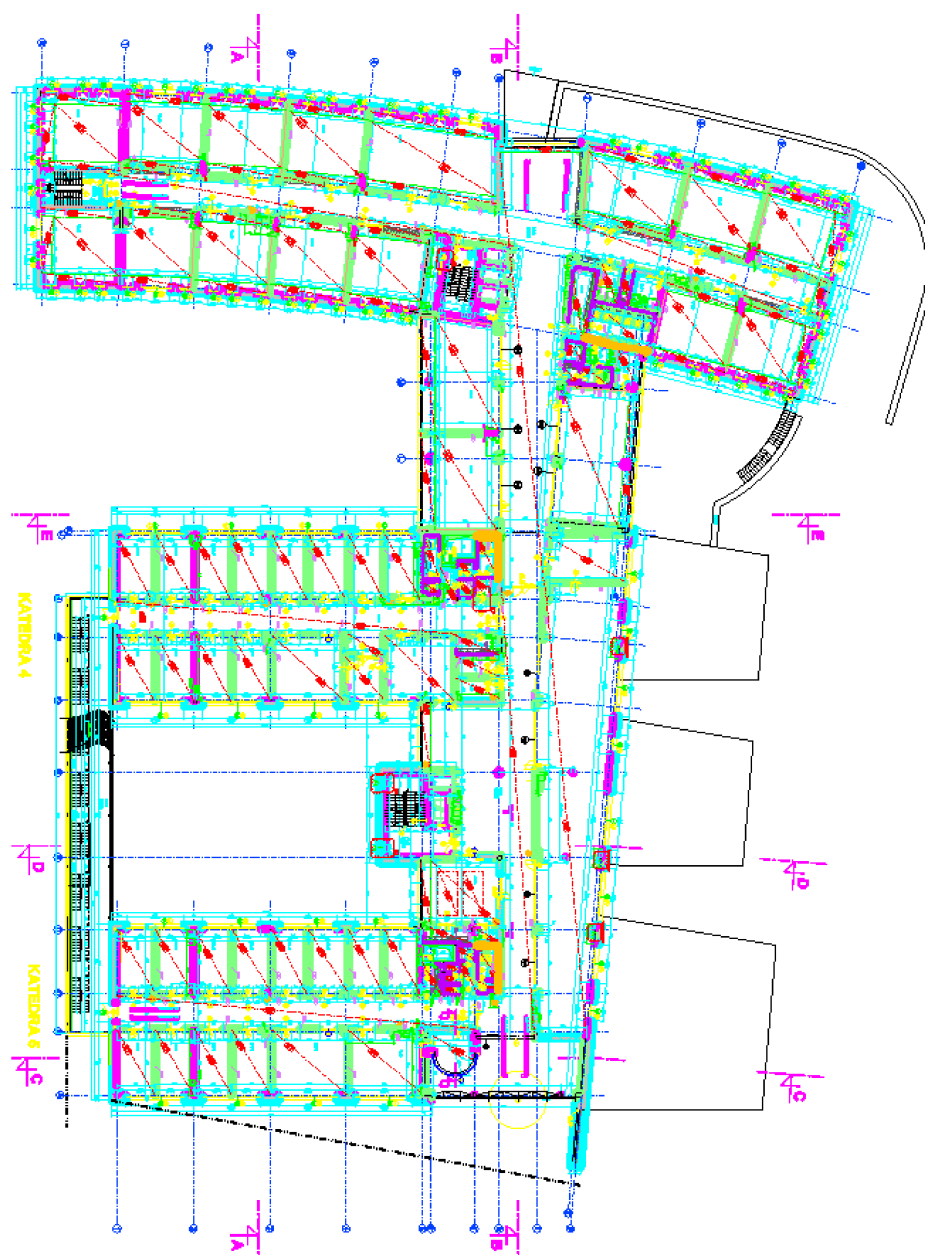
Obrázek 5.22: Model kanceláří na 3. patře (EA332–EA345) v budově FEI v programu Wireless InSite



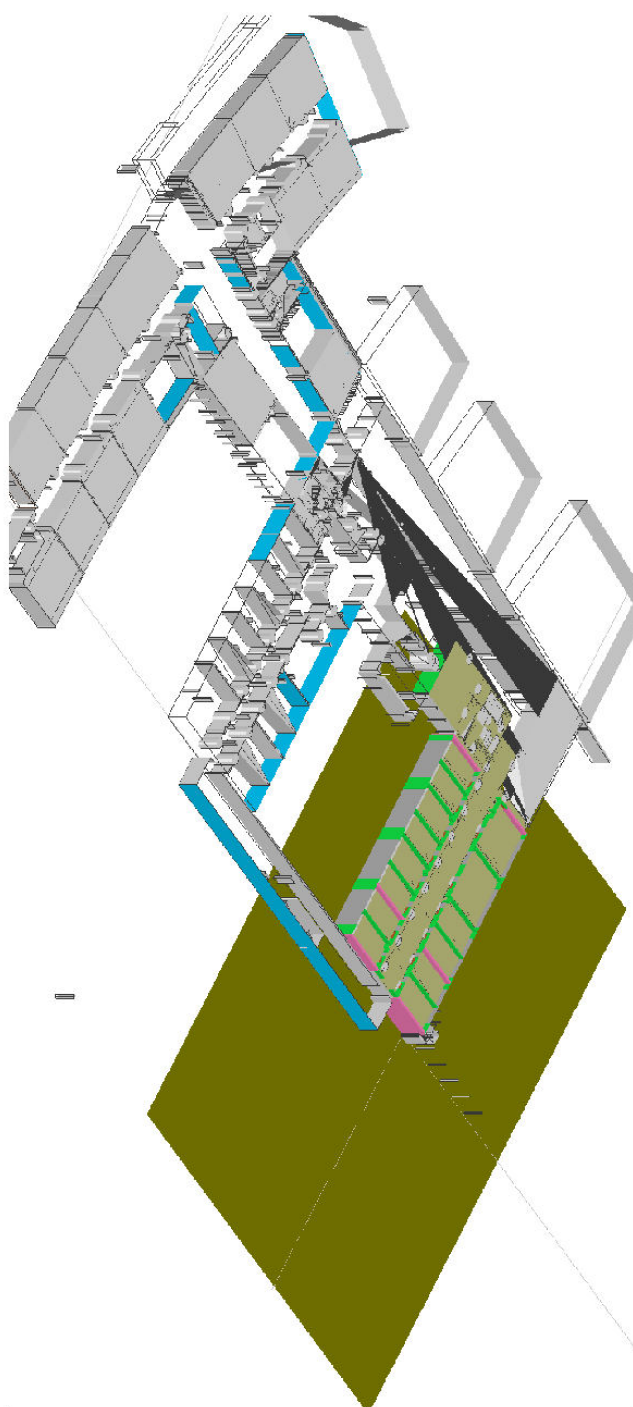


Obrázek 5.24: Část laboratoří na 2. patře(POREB204–POREB213) v budově FEI před importem v programu AutoCAD





Obrázek 5.26: Plány 3. podlaží budovy FEI v programu AutoCAD



Obrázek 5.27: Importované plány 3. podlaží budovy FEI do programu Wireless InSite

Příloha D Adresářová struktura příloženého CD

/zip		Obsahuje vytvořené a importované modely
	DXF	Složka obsahuje modely ve formátu DXF
	Modely-FEI-InSite	Složka obsahuje vytvořené a importované modely v programu InSite
	I-Prop	Složka obsahuje vytvořené a importované modely v programu I-Prop

Příloha D Adresářová struktura příloženého CD